

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

STAT

STAT

აბასთუმანის ასტროფიზიკური მდგომარეობის  
მთა შანოზილი

ბ ი უ ლ ე ტ ე ნ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ  
ГОРА КАНОВИЛИ

STAT

Б Ю Л Л Е Т Е Н Ь

15

1953

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

Тбилиси

STAT

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

აბასთუმანის ასტროფიზიკური მდებარეობა  
მთა შანოხი

## ბ ი უ ლ ე ტ ე ნ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ  
ГОРА КАНОБИЛИ

## Б Ю Л Л Е Т Е Н Ъ

15

1953

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა

თბილისი

Тбилиси

აბასტუმანის ასტროფიზიკური მკვლევართა ბიულეტენი № 15. 1953  
 БУЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 15. 1953

## ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ЗАТМЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД RX ГЕРКУЛЕСА И RS ЛИСИЧКИ

Н. Л. МАГАЛАШВИЛИ

Затменные переменные звезды RX Геркулеса и RS Лисички наблюдались в течение 1948—1951 годов. Наблюдения велись на электрофотометре, установленном в нэсмитовском фокусе 33-см рефлектора. Эффективная длина волны электрофотометра в комбинации с рефлектором равнялась 420 мμ при температуре источника света в 15000°.

Во время наблюдений определялся фактор атмосферного ослабления света (средний за ночь): С этой целью, в течение ночи, одновременно с определенной звездой сравнения, наблюдался фотометрический стандарт. В результате 4—5 таких наблюдений составлялись уравнения вида:

$$\Delta m = \Delta m_{\text{набл}} - \alpha F(\zeta) \quad (1)$$

где  $\Delta m$  и  $\Delta m_{\text{набл}}$  разности в звездных величинах между стандартом и звездой сравнения вне атмосферы и на зенитном расстоянии  $Z$ ,  $\alpha$  — фактор атмосферного ослабления света ( $\alpha = -2.5 \lg p$ , где  $p$  — коэффициент прозрачности атмосферы) и  $F(\zeta)$  — атмосферная масса по Бем-поряду.

Таблица I

Дата	Фактор атмосферн. ослабления	Дата	Фактор атмосферн. ослабления	Дата	Фактор атмосферн. ослабления
1948	<i>m</i>	1949	<i>m</i>	1950	<i>m</i>
12—13.VI	0.255	19—20.VI	0.342	15—16.IV	0.288
12—13.VII	0.335	22—23.VII	0.325	25—26.IV	0.279
28—29.VII	0.307	17—18.VIII	0.461	12—13.VII	0.216
12—13.VIII	0.292	19—20.VIII	0.330	17—18.VIII	0.476
28—29.VIII	0.272	20—21.IX	0.362	20—21.VIII	0.416
6—7.IX	0.250	17—18.X	0.280	6—7.IX	0.362
7—8.IX	0.334	19—20.X	0.302	15—16.IX	0.434
				18—19.IX	0.303
				19—20.IX	0.388

Из уравнений (1) способом наименьших квадратов определялись  $\Delta m$  и  $\alpha$ . Для тех ночей, в течение которых не было получено нужного числа наблюдений фотометрического стандарта, были использованы значения  $\alpha$  средние за сезон. В таблице I приведены значения фактора атмосферного ослабления света для ряда ночей наблюдения.

Звездами сравнения служили:

для RX Геркулеса:

$$а \text{ HD } 170542 (F_2) = BD + 13^\circ 3658,$$

$$б \text{ HD } 171728 (A_2) = BD + 11^\circ 3518;$$

для RS Лисички:

$$а \text{ HD } 17892 (B_9) = BD + 23^\circ 3586,$$

$$б \text{ HD } 181360 (B_3) = BD + 23^\circ 3625.$$

Из наблюдений были определены разности блеска звезд сравнения: со звездой RX Геркулеса:

$$\Delta m(б, а) = 0^m.534 \pm 0^m.008 \text{ (1948 г.)},$$

$$\Delta m(б, а) = 0^m.531 \pm 0^m.008 \text{ (1949 г.)};$$

со звездой RS Лисички:

$$\Delta m(б, а) = 0^m.519 \pm 0^m.008 \text{ (1949 г.)},$$

$$\Delta m(б, а) = 0^m.514 \pm 0^m.008 \text{ (1950 г.)}.$$

Все наблюдения приведены к звездам а.

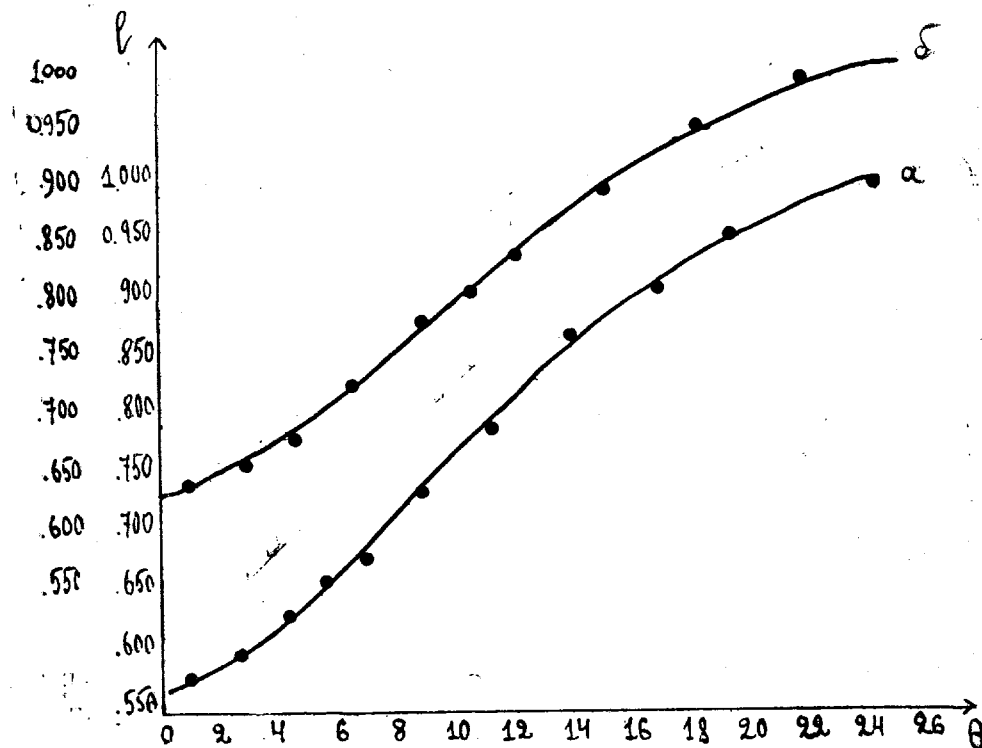


Рис. 1



Индивидуальные наблюдения приведены в таблице II, первый столбец которой содержит моменты наблюдений в юлианских днях, приведенные к центру Солнца, второй—соответствующие фазы наблюдений и третий—разности звездных величин переменной и звезды сравнения *a*.

На основании наблюдений *RX* Геркулеса, проведенных в 1948—1949 гг., была построена нормальная кривая блеска, с помощью которой при гипотезе *U*, в предположении круговой орбиты, методом Пиротровского были получены элементы, опубликованные в заметке [1]. Эффекты эллипсоидальности компонентов и отражения, из-за незначительности, не были приняты во внимание.

Таблица II

$JD_{\odot}$	$\varphi$	$\Delta m$	$JD_{\odot}$	$\varphi$	$\Delta m$	$JD_{\odot}$	$\varphi$	$\Delta m$
<i>RX</i> ГЕРКУЛЕСА								
2432 710. 436	0.380	0.020	2432 733. 297	0.234	0.021	2432 761. 297	0.977	0.442
444	385	—0.02	317	245	—0.15	306	982	530
454	391	0.22	325	250	0.27	315	987	548
			335	256	—0.16	322	992	604
712. 323	442	0.56	346	262	—0.21	338	000	626
336	449	1.04	353	266	0.18	354	009	472
346	454	1.54	358	268	0.007	361	013	457
355	460	2.06	366	273	0.08	365	015	428
362	463	2.52	376	279	0.20	370	018	362
369	467	2.99	383	283	0.34	773. 390	777	013
376	471	3.54				443	807	030
						451	811	—0.04
714. 411	616	—0.06	745. 351	012	4.66	458	815	—0.02
419	620	—0.12	357	015	4.50	463	818	0.22
426	624	—0.06	366	0.20	3.50			
444	634	—0.02	377	0.24	3.04			
456	641	—0.20	390	0.34	1.62	775. 331	868	0.54
464	646	—0.15	397	0.37	0.88	353	880	0.36
470	649	0.04	406	0.42	0.96	361	885	0.58
474	651	0.42	413	0.46	1.00	370	890	0.54
480	654	0.15	420	0.50	0.52	380	895	0.20
			430	0.56	0.20	387	899	0.26
715. 346	141	—0.06	440	0.62	0.18			
350	144	0.12	450	0.67	0.26	776. 366	450	1.11
357	147	0.24	473	0.80	0.33	378	456	1.89
361	150	0.28	482	0.85	—0.09	388	462	1.78
369	154	0.32	485	0.89	0.14	396	467	2.70
375	158	0.06				410	474	3.36
391	167	0.24	750. 468	8.89	0.29	416	478	4.24
398	170	—0.01	475	8.93	0.53	424	482	4.14
404	174	—0.03	523	9.19	0.20	431	486	5.23
410	177	0.19	530	9.23	0.18	450	497	5.78
			538	9.28	0.17	470	508	5.46

JD	φ	Δm	JD	φ	Δ	JD	φ	Δn
2432 792. 287	0.401	0.002	2433 092. 312	0.088	0.010	2433 148. 264	0.549	0.085
294	405	034	319	094	010	278	557	000
300	409	012	327	098	015	288	562	011
307	412	027	334	102	020	293	565	020
312	415	018	362	118	026	299	568	024
319	419	046	367	121	005	305	572	002
327	424	024	374	125	006	312	576	001
334	428	018	380	128	004	340	591	025
340	431	018*	388	133	014	357	601	024
348	436	046*	395	136	024	363	604	022
			407	143	000	386	617	023
800. 370	946	111	415	148	011*			
377	951	186	430	156	008*	180. 216	514	372
383	953	156				223	518	300
389	957	192				230	522	252
395	960	239	093. 397	700	017	237	526	224
402	964	320	406	705	018	244	529	212
			417	711	010	252	534	165
801. 262	447	087	425	716	008	262	540	136
268	451	096	442	725	025	270	544	070*
276	455	162	452	731	002	279	549	062*
283	459	228	463	737	006	286	553	052
288	462	240	471	741	006			
295	466	254				209. 179	798	015
300	469	272	120. 341	849	005	185	801	006
305	472	322	349	854	004	192	805	006
317	478	428	355	857	021	200	810	002
325	483	465	362	861	004	206	813	008
330	486	465	373	867	002	229	826	007
335	489	560	385	874	018	235	830	020
			392	878	028			
802. 326	046	066	400	882	013	829. 333	478	370
339	053	079	408	887	027	340	483	415
347	057	071	415	891	005	347	486	466
359	064	051				361	494	464
			144. 269	303	006*	370	500	448
804. 353	185	060	280	309	004	378	504	420
372	196	028**	288	313	010	387	509	376
379	200	030**	297	318	007	394	512	324
805. 358	750	064	146. 250	416	050			
363	753	048	256	420	042	853. 290	948	132
			332	462	221	298	953	154
821. 236	678	026	338	466	256	306	957	184
245	683	060	342	468	262	313	961	256
258	690	047	349	472	277	320	965	274
						329	970	372
829. 195	153	008	147. 281	996	661	339	976	448
202	157	019	287	999	663	348	981	542
210	161	008	294	003	542	355	984	588
218	166	038	302	008	470	359	987	628
234	175	023	317	016	394	365	991	585
			323	020	357	377	996	620
2433 068. 415	654	019	330	024	322	383	001	630
432	664	018	334	026	278	388	004	570
442	669	023	339	029	242	395	008	487
			344	031	186			

## Электrofотометрия ватменных переменных звезд RX Геркулеса и RS Лисички

7

JD $\odot$	$\varphi$	$\Delta m$	JD $\odot$	$\varphi$	$\Delta m$	JD $\odot$	$\varphi$	$\Delta m$
RS ЛИСИЧКИ						2433 499. 279	0.329	0.237
2433 087. 351	0.332	0.268	2433 387. 487	0.362	0.260	287	331	252
359	334	254***	494	364	281	295	333	252
369	337	257	497	365	279	303	334	248
376	338	265	511	367	262	310	336	244
393	342	249**	520	369	269	317	338	270
399	343	260**	528	371	258	509. 281	562	271
409	345	264	538	373	262	293	565	264
417	347	254				303	568	262
425	349	275	389. 459	802	258	310	570	270
432	351	260	466	804	246	333	574	252
			475	806	228	342	576	270
094. 393	905	207	482	808	226			
401	907	184	505	813	210	511. 246	001	-765*
417	911	206	513	814	228	259	004	-811*
425	912	204	524	817	242	276	008	-772
433	914	196				293	012	-703
440	916	188	394. 466	921	128*	311	016	-688***
449	918	156	475	923	174*	321	018	-648
456	919	173	481	924	168	330	020	-577
463	921	198				339	022	-540
			397. 471	593	279	379	031	-342
120. 454	725	276	486	595	279	390	034	-199
461	727	260	497	598	281	398	035	-195
473	730	253	504	599	284			
480	731	275	520	603	273	514. 303	684	271
488	733	245	526	604	264	311	686	264***
						319	688	276
145. 261	265	224	475. 318	978	-420	328	690	278
268	267	226	389	993	-716	336	691	292
283	270	256	394	996	-731	359	697	276
292	272	276	412	999	-756	366	698	304
297	273	268	421	001	-786	375	700	276
305	275	284	439	005	-782	396	705	270
312	277	270	447	006	-754	403	707	253
			456	008	-750	412	709	270
205. 206	654	281	464	010	-728	421	710	279
217	656	298				436	714	264
227	659	294	484. 383	002	-735*	442	715	261
240	661	258	390	004	-786*	450	717	296
			398	005	-780			
207. 197	098	220	410	008	-766	525. 203	119	230
205	100	202	437	014	-677	209	120	234
221	104	195	444	016	-654	257	131	220
229	106	190	451	017	-645	266	133	218
237	107	174	460	019	-605	279	136	214
244	109	194	475	023	-566	286	137	222
252	111	219	482	024	-521	293	139	228
						298	140	227
209. 257	559	266	498. 285	107	186			
263	560	278	294	109	196	526. 271	357	246
270	561	254	303	111	206	278	359	254
275	563	266	311	113	206	285	360	269
281	564	284				292	362	272
						310	366	245
						316	367	276
						322	369	297

JD $\odot$	$\varphi$	$\Delta m$	JD $\odot$	$\varphi$	$\Delta m$	JD $\odot$	$\varphi$	$\Delta m$
2433 528. 267	0.803	0.259	2433 543. 282	0.157	0.244	2433 860. 364	0.971	— 0.255*
272	804	242	293	159	234	369	972	— 290
278	805	262	301	161	244	374	973	— 294
284	807	250	309	163	230	385	976	— 330
289	808	246	319	165	235	392	977	— 388
295	809	236	326	166	226	398	979	— 406
316	814	226	334	168	259	419	983	— 510
321	815	230	342	170	229**			
329	816	250	364	175	222	870. 382	209	238
332	818	250	370	176	217	388	210	233
			378	178	217	394	211	250
529. 268	027	— 457*	384	179	240	400	213	244
275	028	— 433				417	216	235
			544. 258	375	274	424	218	246
531. 271	474	225	269	377	259	430	219	254
281	476	224***	276	378	252	435	220	250
288	478	208***	383	380	244	442	222	240
296	479	242	290	382	244			
331	487	212	309	386	262	871. 310	416	248
338	489	232	315	387	249	318	418	250
346	491	206	321	389	268	323	419	267
371	496	204	329	391	267	330	420	281
379	498	202	335	392	274	350	425	240
386	500	195	342	393	240	358	427	256
394	501	212	349	395	271	376	430	251
403	503	210				386	433	250
410	505	182	591. 195	857	202	394	435	252
416	506	112	204	859	214	405	437	244
421	507	222	211	861	229	413	439	260
			224	864	199	432	443	250
538. 244	031	— 368	233	866	224	441	445	261
253	033	— 325	238	867	200	448	447	255
263	036	— 370						
271	037	— 250	616. 160	433	259	891. 279	876	215
279	039	— 175	167	434	257	286	877	196
287	041	— 168	176	436	239	292	878	190
295	043	— 102				313	883	194
313	047	— 048	805. 339	682	252	322	885	206
323	049	— 010	348	684	243			
334	052	012	358	687	274	898. 337	452	232
377	061	106	366	688	277	347	454	224
386	063	111	401	695	264	362	457	253
396	065	149	459	709	285	371	459	270
403	067	172	477	713	280	382	462	250
410	068	183	482	714	286*	397	465	234
417	070	193						
540. 284	487	206	840. 366	505	232			
299	490	222	373	507	234			
305	492	216	396	512	218			
326	496	215	404	514	226			
333	498	188	421	517	240			
360	504	207	428	519	232			
367	506	200	433	520	232			
385	510	214	439	521	256			
391	511	210	466	527	242			
			474	529	261			
			480	531	254			
			486	532	240			

\* облака у горизонта

\*\* плохое действие затвора

\*\*\* нестабильность гальванометра

С целью лучшего представления наблюдений впоследствии было решено учесть эффекты эллипсоидальности компонентов и отражения. Мы решали кривую блеска, полученную на основании всех наблюдений, проведенных в 1948—51 гг.

Нормальная кривая блеска приведена в таблице III, где последовательно даны: среднее значение фазы, среднее значение разности блеска и число наблюдений, вошедших в образование нормальной точки.

Таблица III

$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}$	$n$	$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}$	$n$	$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}$	$n$
0 p 0026	0 m 627	5	0 p 1777	0 m 006	7	0 p 5507	0 m 077	6
0 . 0073	0 . 591	6	0 . 2370	0 . 009	5	0 . 5607	0 . 029	4
0 . 0120	0 . 519	4	0 . 2718	0 . 011	6	0 . 5700	0 . 018	3
0 . 0155	0 . 480	4	0 . 3083	0 . 006	3	0 . 5933	0 . 011	6
0 . 0192	0 . 445	4	0 . 3685	0 . 012	4	0 . 6237	0 . 001	4
0 . 0245	0 . 360	4	0 . 4096	0 . 024	6	0 . 6492	0 . 001	6
0 . 0311	0 . 285	7	0 . 4270	0 . 032	4	0 . 6735	0 . 011	4
0 . 0387	0 . 171	8	0 . 5027	0 . 496	3	0 . 7078	0 . 003	6
0 . 0468	0 . 131	4	0 . 5083	0 . 476	6	0 . 7397	0 . 016	4
0 . 0538	0 . 074	4	0 . 5128	0 . 444	5	0 . 7858	0 . 018	5
0 . 0670	0 . 031	7	0 . 5185	0 . 361	6	0 . 8123	0 . 009	6
0 . 0862	0 . 013	6	0 . 5247	0 . 291	7	0 . 8350	0 . 006	3
0 . 1153	0 . 011	6	0 . 5295	0 . 259	6	0 . 8603	0 . 016	6
0 . 1398	0 . 011	6	0 . 5340	0 . 214	6	0 . 8820	0 . 029	7
0 . 1512	0 . 010	4	0 . 5418	0 . 144	7	0 . 8930	0 . 034	4
0 . 1596	0 . 008	5						

Ректификация кривой блеска была проведена в интенсивностях. Для каждой точки вне затмения наблюдаемые интенсивности представлялись в виде:

$$I = 1 - a - b \cos \Theta - c \cos^2 \Theta, \quad (2)$$

где  $a$ —поправка нуля,  $b$ —коэффициент отражения,  $c$ —коэффициент, зависящий от эллипсоидальности компонентов.

Решением 23-х уравнений типа (2) по способу наименьших квадратов мы получили следующие значения коэффициентов ректификации:

$$a = -0.0016 \pm 0.0024$$

$$b = 0.0038 \pm 0.0024$$

$$c = 0.0118 \pm 0.0059$$

Для ректификации применялась формула:

$$I_{\text{рект.}} = \frac{I_{\text{набл}} + A + b \cos \Theta - C \cos^2 \Theta}{(a + A)[1 - \chi \cos^2 \Theta]^{1/2}}, \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 \text{где} \quad A &= 0.354 \sin i (L_1^* + L_2^*), \\
 C &= 0.11 (L_1^* + L_2^*), \\
 L_1^* &= L_2 \cdot a_1^2, \\
 L_2^* &= L_1 \cdot a_2^2, \\
 \chi &= 2(c + C).
 \end{aligned}$$

$a_1$  и  $a_2$  большие полуоси компонентов,  $L_1$  и  $L_2$  блеск компонентов,  $C$  определяет влияние эффекта отражения на коэффициент эллипсоидальности.

Формула (3) принимает следующее численное выражение:

$$l_{\text{рект.}} = \frac{l_{\text{набл}} + 0.0145 + 0.0038 \cos \Theta - 0.0045 \cos^2 \Theta}{1.0161 (1 - 0.0326 \cos^2 \Theta)^{1/2}}$$

Работа Рессела [2] и фундаментальные таблицы фотометрических фаз В. П. Цесевича [3] дают возможность решить кривую блеска с учетом потемнения к краю диска компонентов. В работе Рессела даны нужные формулы и таблицы для вычисления коэффициента потемнения к краю —  $x$ . Эффективной длине волны нашей аппаратуры (420  $m\mu$ ) и спектральному классу RX Геркулеса ( $A_0$ ) соответствует значение:

$$x = \frac{2}{5}.$$

Полученная после ректификации кривая была решена как в гипотезе  $U$ , так и в гипотезе  $x = \frac{2}{5}$ .

На чертежах 1, 2 дано представление минимумов в гипотезах  $U$  и  $x = \frac{2}{5}$ , соответственно (а—главный минимум, б—вторичный). Вторичный минимум в гипотезе  $U$  представляется лучше, чем в гипотезе  $x = \frac{2}{5}$ .

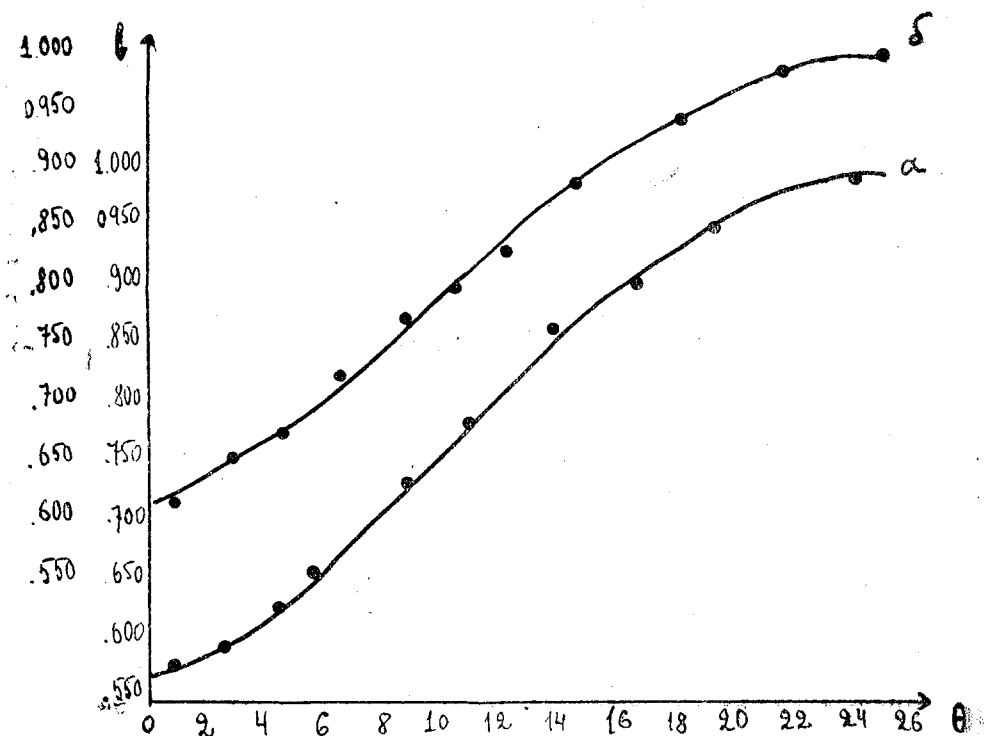


Рис. 2

Фотометрические элементы в обеих гипотезах приведены в таблице IV.

Таблица IV

RX Геркулеса		Гипотеза U	Гипотеза $x = \frac{2}{5}$
Наибольшая потеря блеска . . . . .	$\alpha$	0.95	0.93
Отношение полуосей звезд . . . . .	$K$	0.85	0.85
Большая полуось большей звезды . . . . .	$a_1$	0.223	0.223
Малая полуось большей звезды . . . . .	$b_1$	0.219	0.220
Эллиптичность компонентов . . . . .	$\zeta$	0.0326	0.0163
Эксцентриситет мерид. сечения . . . . .	$e$	0.180	0.128
Большая полуось меньшей звезды . . . . .	$a_2$	0.190	0.190
Малая полуось меньшей звезды . . . . .	$b_2$	0.161	0.161
Блеск большей звезды . . . . .	$L_1$	0.6192	0.6147
Блеск меньшей звезды . . . . .	$L_2$	0.3808	0.3853
Коэффициент отражения . . . . .	$b$	0.0038	0.0038
Наклон орбиты . . . . .	$i$	$86^\circ.9$	$86^\circ.2$

В главном минимуме затмевается большая звезда. По данным таблицы IV в гипотезе  $U$  была вычислена теоретическая кривая, которая представлена на чертеже 3.

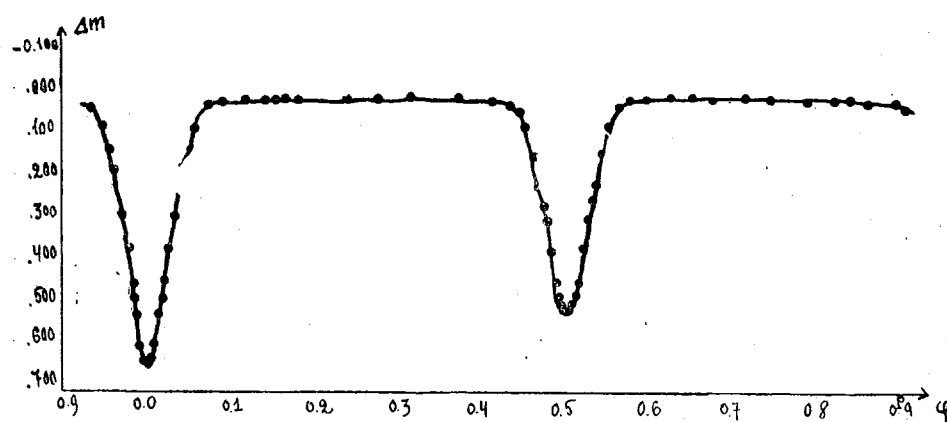


Рис. 3

Она достаточно хорошо проходит среди нормальных точек.

Используя значения фотометрических элементов, полученных нами и спектроскопические данные Санфорда [4], мы вывели абсолютные размеры, массы и плотности компонентов (Таблица V).

Таблица V

RX Геркулеса	
Большая полуось большей звезды .	2.18⊙
Малая полуось большей звезды . .	2.14⊙
Большая полуось меньшей звезды .	1.85⊙
Малая полуось меньшей звезды . .	1.56⊙
Масса большей звезды . . . . .	2.08⊙
Масса меньшей звезды . . . . .	1.86⊙
Плотность большей звезды . . . . .	0.21⊙
Плотность меньшей звезды . . . . .	0.38⊙

Мы решали кривую блеска также и для RS Лисички. В максимуме кривой блеска можно заметить эффект эллиптичности и заметный эффект отражения. Кроме того, вторичный минимум несколько смещен относительно середины между двумя главными:  $T_2 - T_1 - \frac{p}{2} = 0.04$ , что может быть объяснено эллиптичностью орбиты. Это обстоятельство было положено в основу решения кривой в гипотезе  $U$ . Поскольку кривая в минимумах симметрична, мы построили нормаль-



ные точки в минимумах сложением ветвей. Наблюдения собраны в 43 нормальных точках. Нормальная кривая блеска дана в таблице VI.

Таблица VI

$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}$	$n$	$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}$	$n$	$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}$	$n$
0 p 0016	— 0 m 770	9	0 p 1590	0 m 238	6	0 p 5200	0 m 246	6
0. 0062	— 0. 736	7	0. 1835	0. 231	8	0. 5311	0. 249	8
0. 0118	— 0. 668	5	0. 2122	0. 245	5	0. 5494	0. 253	9
0. 0160	— 0. 572	4	0. 2561	0. 248	6	0. 5562	0. 264	5
0. 0210	— 0. 477	4	0. 2980	0. 260	4	0. 5626	0. 264	9
0. 0260	— 0. 407	3	0. 3302	0. 257	8	0. 5830	0. 271	8
0. 0288	— 0. 309	6	0. 3412	0. 260	6	0. 6406	0. 274	7
0. 0320	— 0. 264	6	0. 3569	0. 263	8	0. 6820	0. 272	8
0. 0400	— 0. 082	4	0. 3651	0. 271	7	0. 6940	0. 278	5
0. 0568	0. 110	5	0. 3805	0. 256	10	0. 7070	0. 275	9
0. 0765	0. 174	6	0. 4922	0. 207	5	0. 7450	0. 261	7
0. 0898	0. 190	6	0. 4963	0. 212	8	0. 8034	0. 237	11
0. 0972	0. 199	5	0. 5022	0. 216	10	0. 8363	0. 227	9
0. 1050	0. 200	9	0. 5098	0. 224	7	0. 8727	0. 202	6
0. 1316	0. 226	8						

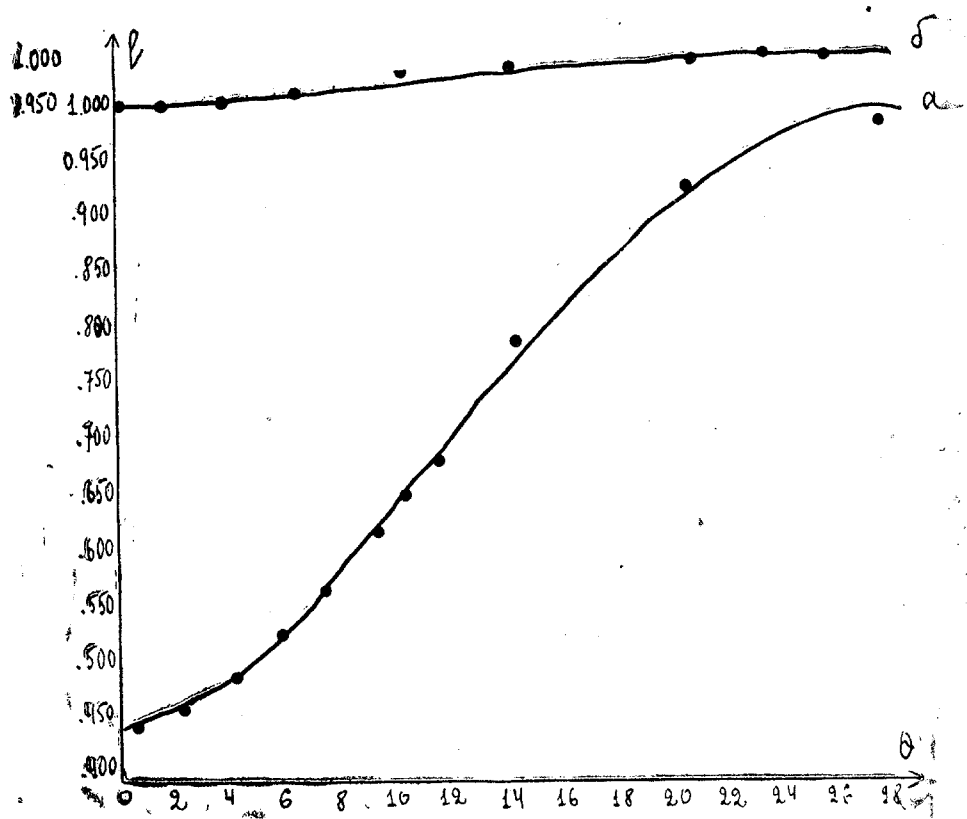


Рис. 4

Ректификация проведена также в интенсивностях.

Решением 20 уравнений типа (2) по способу наименьших квадратов мы получили следующие значения коэффициентов ректификации:

$$a = 0.0005 \pm 0.0031$$

$$b = 0.0342 \pm 0.0037$$

$$c = 0.0319 \pm 0.0094$$

Формула (3) приняла следующее численное выражение:

$$I_{\text{рект}} = \frac{I_{\text{набл}} + 0.0290 + 0.0342 \cos \theta - 0.0090 \cos^2 \theta}{1.0285 (1 - 0.0818 \cos^2 \theta)^{\frac{1}{2}}}$$

Ректифицированная кривая блеска решалась в гипотезе  $U$  в предположении эллиптической орбиты. На чертеже 4 показано представление минимумов.

Фотометрические элементы приведены в таблице VII.

Таблица VII

$a$	0.95	$s$	0.287	$b$	0.0342
$K$	0.78	$a_1$	0.193	$i$	85.9
$a_1$	0.247	$b_1$	0.150	$e$	0.053
$b_1$	0.240	$L_1$	0.9534	$\omega$	254°
$\tau$	0.0818	$L_2$	0.0466		

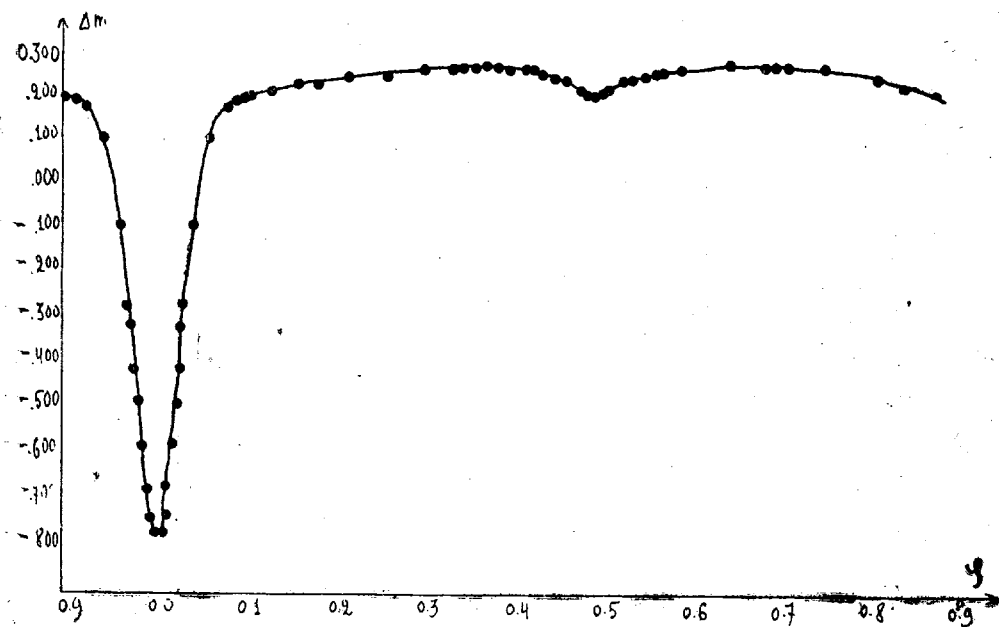


Рис. 5

В таблице VII  $e$  и  $\omega$ , — эксцентриситет и долгота периастра от восходящего узла, соответственно.

На чертеже 5 показана теоретическая кривая, соответствующая проведенному решению. Она хорошо ложится среди нормальных точек.

Октябрь, 1951.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Магалашвили Н. Л. Перем. звезды 7, № 5, 249, 1950.
2. Russell, Aph. J. 102, № 1, 1, 1945.
3. Цесевич В. П. Бюлл. Астр. Инст. АН СССР, № 50, 1940.
4. Sanford, Aph. J. 68, 51, 1928.

აბასტუმანის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი № 15. 1953  
 БЮЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 15. 1953

# ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ В СОЗВЕЗДИИ ЗМЕИ (N Ser 1948), ОТКРЫТОЙ В АБАСТУМАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Р. А. БАРТАЯ

## Введение

8-го и 9-го апреля 1948 года, выполняя текущую программную работу по определениям спектральных абсолютных величин слабых звезд типов В5—А7, я сфотографировала область в созвездии Змеи. Фотографирование производилось с объективной призмой, монтированной на 20-см камере 40-см рефрактора Абастуманской обсерватории. Днем позже, при совместном просмотре негативов, директор обсерватории Е. К. Харадзе обратил мое внимание на слабый эмиссионный спектр, не имеющий следов непрерывного фона. Звезда, к которой относился данный спектр должна была быть 8-9-ой зв. величины.

Сравнение со звездными картами Франклин-Адамса с целью отождествления заподозренного объекта оказалось затруднительным, ввиду того, что пластинки были сняты — в соответствии с задачей — с короткими экспозициями и изображения спектров были слабы. То обстоятельство, что в каталоге планетарных туманностей [1] не оказалось туманности с близкими координатами, а к звезде типа Вольф-Райе заподозренный спектр не мог относиться ввиду большой галактической широты (около  $46^\circ$ ), заставляло думать, что мы имеем дело с Новой в небулярной стадии. С намерением проверить наши соображения, в следующую ясную ночь — 13-го апреля, я повторила фотографирование той же области, и при этом получила как спектры, так и обычные фотографии, после чего стало совершенно очевидным, что неизвестный объект есть новая звезда 9-ой величины.

В стеклянной библиотеке обсерватории нашлись 2 негатива той же области, снятые 13 апреля 1942 года (№№ 1046, 1047). На этих негативах, полученных с экспозициями в 2 часа, не оказалось этой звезды. Тогда мы известили Бюро астрономических сообщений СССР и астрономические обсерватории о Новой в созвездии Змеи [2].

Координаты Новой, относящиеся к 1950 году, имеют следующие значения:

$$\alpha = 15^h 43^m 18^s.47 \pm 0^s.03$$

$$\delta = +14^\circ 31' 9''.7 \pm 0''.3$$

Последние были измерены мною на большом измерительном приборе обсерватории и редуцированы по способу А. Н. Дейча [3].

Судя по косвенным данным, до вспышки звезда была слабее 16-ой зв. величины [4, 5].

Открытая мною звезда известна ныне как N Ser 1948. В каталог переменных звезд она занесена под обозначением CT Ser.

2. აბასტ. ასტროფიზ. ობს. ბიულ., № 15

## § 1. Наблюдательный материал

Со дня открытия *N Ser* 1948 мы почти систематически получали наблюдательный материал — спектры и обычные фотографии.

Фотографические наблюдения были выполнены на двух параллельных 20-см камерах (камеры № 1 и № 2) 40-см рефрактора Абастуманской обсерватории.

Спектры получены при помощи объективной призмы, с преломляющим углом  $15.5^\circ$ , монтированной на одной из вышеупомянутых камер, именно, — на камере № 2. Линейная дисперсия получаемого спектра 115 Å/мм около *H $\gamma$* . С целью увеличения дисперсии, одна из спектрограмм (негатив № 2422) получена при помощи комбинации двух объективных призм, с преломляющими углами  $15.5^\circ$  и  $5.5^\circ$ . В последнем случае дисперсия спектра оказалась равной 90 Å/мм около *H $\gamma$* .

Для стандартизации пластинок применялись шкалки, получаемые со ступенчатой щелью на щелевом спектрографе Тепфера, с использованием вспомогательного источника света [6].

Обычные фотографии получались на камере № 1.

При определении фотографической звездной величины Новой звезды сравнения служили звезды Северной полярной последовательности, которые фотографировались и измерялись в условиях тождественных с условиями пластинок Новой.

Фотоматериалом служили пластинки Илфорд Зенит (чувствительность — 700 по X и D), размером  $9 \times 12$  см.

Проявление велось в метологидрохиноновом проявителе. Температура проявления  $+18^\circ \text{C}$ , а продолжительность — 8 минут.

Всего нами получено 15 снимков с объективной призмой (табл. I) и 28 обычных фотографий (табл. II).

Часть наблюдательного материала, в дни нашего отсутствия, была получена А. Ф. Торонджадзе, что мы отмечаем с благодарностью.

Таблица I ცხრილი

№№	№№ негативов ფაგნეტივების ნომერები	Дата თარიღი	Экспозиция в минутах აღმოს. წმ. შუბი	Z საშუალო
1	2412	13.IV.1948	25	$30^{\circ}34'$
2	2416	14.IV.	60	27 14
3	2418	15.IV.	60	27 35
4	2419	"	15	26 20
5	2422	16.IV.	60	29 20
6	2428	2.V.	33	31 35
7	2431	4.V.	60	27 29
8	2444	25.V.	60	38 04
9	2450	2.VI.	30	33 04
10	2453	3.VI.	63	50 50
11	2459	5.VI.	60	29 04
12	2464	7.VI.	62	40 44
13	2470	9.VI.	95	29 05
14	2514	28.VII.	39	55 23
15	2516	29.VII.	85	57 10

Таблица II ცხრილი

№№	№№ негативов	№№ негативов со снимк. СПП	Дата	Экспозиция в минутах	Σ Среднее
1	2411		13.IV. 1948	20	41° 14'
2	2415		14.IV.	30	44 10
3	2424		19.IV.	10	31 00
4	2425		23.IV.	10	63 30
5	2426		24.IV.	6	30 40
6	2427		2.V.	20	27 19
7	2429		3.V.	15	27 35
8	2430		4.V.	10	40 44
9	2433	2434	10.V.	5	39 05
10	2438	2437	14.V.	7	42 20
11	2439	2440	15.V.	5	28 00
12	2442		21.V.	5	30 49
13	2443		24.V.	5	44 25
14	2449		2.VI.	5	28 55
15	2456		4.VI.	5	52 06
16	2460		5.VI.	5	38 40
17	2465		7.VI.	5	50 53
18	2471		9.VI.	5	40 44
19	2515		29.VII.	10	47 39
20	2555		5.X.	8	61 50
21	2607		21.II. 1949	15	33 14
22	2678	2679	28.II.	15	26 00
23	2878	2877	12.IX.	10	64 00
24	3236	3237	15.IX. 1950	40	55 02
25	3505	3506	28.VII.1951	40	39 23
26	3545	3546	2.IX.	40	53 55
27	3867	3868	14.VIII.1952	40	55 45
28	3913	3914	27.VIII	40	68 25

## § 2. Кривая блеска

На основе данных наблюдательного материала (таблица II) нами были определены фотографические звездные величины Новой.

Измерение выполнено на объективном микрофотометре В. Б. Никонова. Методика определения звездных величин такая же, что и в работах Е. К. Харадзе, выполняемых в обсерватории [7].

Заметим, что, как видно из таблицы II, не все негативы Новой имеют соответствующие снимки Полюса. Они относятся к тому времени, когда Новая была сравнительно яркой. В последних случаях звездами сравнения служили нижеприведенные звезды, фотографические звездные величины которых были определены нами по звездам СПП №№ 10—18 [8].

BD + 15° 29 10 (9.0)	$m$
+14 2930 (9.0)	9.23 ± 0.07
+15 2908 (9.0)	9.69
+15 2903 (9.5)	9.95
+14 2937 (9.5)	10.73
+14 2919 (9.5)	11.01
	11.31

Ввиду значительного ослабления Новой, в дальнейшем мы стали определять ее звездную величину непосредственно по звездам СПП.

Для построения фотографической кривой блеска мы воспользовались как нашими, так и данными А. В. Соловьева [9] и Дэвис [10] (таблица III). При этом мы ограничились лишь периодом от апреля 1948 года по сентябрь 1949 года, так как данные дальнейшего времени были скудны.

Наши данные и данные Дэвис представлены в интернациональной системе. Данные Соловьева были приведены к этой же системе графическим способом.

Во втором столбце таблицы III даются прямые данные Соловьева, а в третьем столбце — приведенные нами к интернациональной системе.

При построении кривой блеска (чертеж 1) были объединены наблюдения за данные сутки. Это оправдано тем, что как видим, Новая ослабевала медленно и в среднем — с малыми колебаниями.

Визуальную кривую блеска  $\lambda$  Змеи 1948 для периода от марта 1948 года по октябрь того же года можно найти в работе Ломана [11].

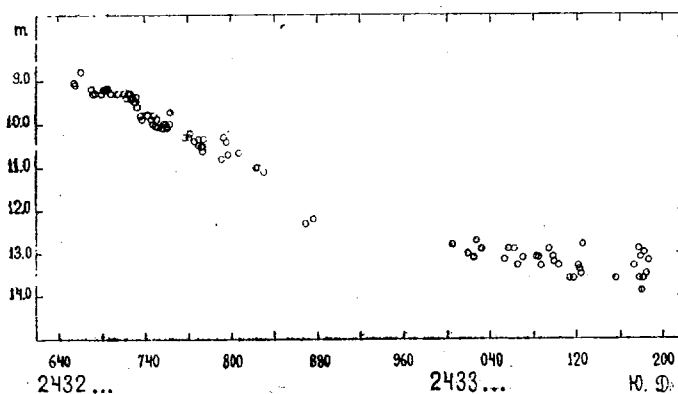


Рис. 1 ббб.

Таблица III ცხრილი

Ю.Д.	$m_{\phi}$	$m'_{\phi}$	Источник წყარო	Ю.Д.	$m_{\phi}$	$m'_{\phi}$	Источник წყარო
2432...				2432...			
655.39		9.06	Аб	762.31		10.22	Аб
656.36		9.08	"	766.19	10.56	10.4	С
661.41		8.83	"	769.21	10.68	10.5	"
671.24	9.52	9.2	С	770.60		10.36	"
672.22	9.58	9.3	"	771.20	10.77	10.6	С
673.27	9.58	9.3	"	772.64		10.50	С
680.20	9.62	9.3	"	773.22	10.68	10.5	С
682.22	9.49	9.2	"	774.67		10.34	С
684.21	9.49	9.2	"	791.17	10.86	10.8	С
686.23	9.46	9.2	"	793.17	10.44	10.3	"
687.41		9.26	Аб	796.54		10.42	Д
689.42	9.55	9.3	С	797.40	10.80	10.7	С
696.25		9.28	Аб	807.52		10.67	Д
701.27	9.58	9.3	С	823.14	11.11	11.0	С
703.37		9.40	Аб	824.12	11.11	11.0	"
704.31	9.58	9.3	С	830.18		11.10	Аб
705.37		9.30	Аб	969.56		12.30	"
706.30	9.63	9.3	С	976.58		12.20	"
707.22	9.58	9.3	"				
707.48		9.55	Аб	2433...			
707.49		9.50	Д	005.24	12.68	12.8	С
708.20	9.50	9.2	С	019.83		13.00	Д
708.28		9.42	Аб	025.28	12.92	13.1	С
708.61		9.58	Д	027.25	12.58	12.7	"
709.30	9.78	9.5	С	032.47	12.67	12.8	"
709.64		9.31	Д	053.18	12.92	13.1	"
710.47		9.50	Аб	053.58		13.24	Д
711.22	9.77	9.5	С	056.19	12.76	12.9	С
712.27	9.79	9.5	"	056.24	12.76	12.9	"
712.40		9.35	Аб	062.22	12.76	12.9	"
713.24	9.87	9.6	С	065.22	13.11	13.3	"
713.58		9.58	Д	070.38	12.88	13.1	"
716.67		9.81	"	081.21	12.88	13.1	"
717.62		9.92	"	084.25	12.88	13.1	"
719.67		8.72	"	087.32	13.11	13.3	"
723.62		9.78	"	094.26	12.76	12.9	"
726.20	10.08	9.9	С	098.29	12.88	13.1	"
727.20	10.17	10.0	"	099.34	13.12	13.3	"
728.63		9.82	Д	099.59		13.05	Д
729.20	10.25	10.1	С	103.38	13.38	13.6	С
729.59		9.97	Д	113.25	13.38	13.6	"
731.22	10.13	9.9	С	117.28	13.38	13.6	"
732.68		9.97	Д	121.22	13.12	13.3	"
734.20	10.26	10.1	С	122.65	13.19	13.4	"
735.60		9.96	Д	124.27	13.26	13.5	"
736.71		10.07	"	125.28	12.68	12.8	"
737.30	10.24	10.0	С	156.18	13.38	13.6	"
737.61		10.02	Д	173.15	13.07	13.3	"
739.25	10.34	10.0	С	177.15	12.76	12.9	"
740.67		10.05	Д	178.16	13.38	13.6	"
741.21	10.32	10.1	С	179.17	12.92	13.1	"
743.23	10.21	10.0	"	180.16	13.70	13.9	"
744.63		9.73	Д	181.16	13.38	13.6	"
757.20	10.44	10.3	С	182.17	12.76	13.0	"
761.20	10.44	10.3	"	184.16	13.26	13.5	"



Таблица III ცხრილი (продолжение გავრცელება)

Ю.Д	$m_{\phi}$	$m'_{\phi}$	Источник წყარო	Ю.Д	$m_{\phi}$	$m'_{\phi}$	Источник წყარო
2433...				2434...			
186.15	13.00	13.2	С	239.30		13.45	Аб
540.20		13.20	Аб	252.31		12.90	"
856.28		13.35	"				
892.24		13.90	"				

### § 3. Спектральная стадия развития Новой

По виду спектра (широкие эмиссионные линии, присутствие линий, характерных для газовых туманностей) сразу стало очевидным, что в момент открытия звезда находилась в небулярной стадии спектрального развития, т. е. момент максимума вспышки ею уже был пройден [12]. Повидимому, максимум вспышки  $\eta$  Змеи и не мог быть наблюдаемым, так как он произошел в более ранние месяцы, быть может, в конце 1947 года, когда Новая располагалась на небе вблизи Солнца.

Для детального изучения спектров Новой (табл. I) все они были пропущены нами на саморегистрирующем микрофотометре Крюсса в лаборатории Государственного Астрономического института им. Штернберга в Москве и были получены соответствующие микрофотограммы. Последние показали, что в период наших спектральных наблюдений (от 14.IV.1948 по 29.VII.1948) спектр Новой не подвергался существенным изменениям в смысле исчезновения или же появления каких либо спектральных линий, если учесть то, что в последнее время, ввиду ослабления самой звезды, более слабые линии были не видны. Поэтому мы приводим описание спектра Новой лишь по фотографии 14.IV.1948 (фото 1, табл. IV) Фото 1 представлено в двухкратном увеличении. Заметим, что в спектре, полученном с двойной призмой, дополнительно видна лишь линия  $\lambda 4927\text{\AA}$  ( $\text{He I}$ ).

Так как спектры были получены с объективной призмой и рядом со спектром Новой не было отпечатка стандартного спектра (спектра сравнения), то для отождествления спектральных линий, мы поступили следующим образом. Сперва были отождествлены яркие линии путем сравнения спектра Новой со сходным ему спектром  $\lambda$  Геркулеса 1934 в небулярной стадии [13]. Далее, на микрофотограмме спектра Новой были измерены расстояния всех спектральных линий от  $H_{\gamma}$  и, с помощью кривой дисперсии наших спектров, были определены соответствующие длины волн. Полученные таким путем длины волн уже отождествленных ярких линий отличались от действительных их значений в среднем на  $+2\text{\AA}$ . Приняв это во внимание, мы смогли отождествить и слабые линии. Разумеется, в последнем случае, кроме сравнения со спектром  $\lambda$  Геркулеса, мы пользовались и другими общеизвестными соображениями для отождествления спектральных линий.

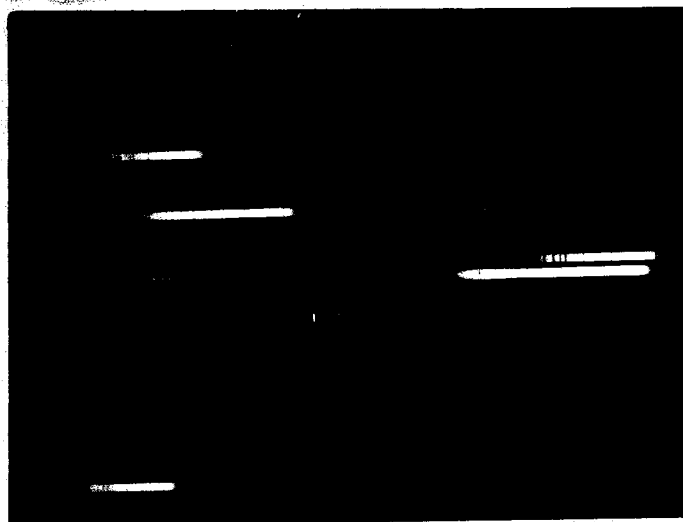


Фото 1 ფოტო

Таблица IV ცხრილი

$\lambda$	Источник წყარო	$\lambda$	Источник წყარო
5007 Å	[OIII]	4267 Å	CH
4959	[OIII]	4242	NII
4861	H $\beta$	4200	HeII, NIII
4686	HeII	4102	H $\delta$
4641	NIII	4076	[SII]
4610	OII, NII	4041	NII
4541	HeII	3995	NII
4530	NII	3970	H $\epsilon$
4514	NIII	3889	H $\zeta$
4471	HeI	3869	[HeIII]
4447	NII	3835	H $\eta$
4416	OII		
4363	[OIII]		
4340	H $\gamma$		

Поступившее позднее в наше распоряжение исследование спектра N Змеи 1948 М а р и Б л о х [14] показало, что наши отождествления спектральных линий вполне соответствуют действительности. М а р и Б л о х располагала спектром Новой, полученным со спектрографом и имеющим рядом спектр сравнения, так что здесь уж не могли быть сомнения в отождествлении линий.

#### § 4. Спектрофотометрическая обработка наблюдательного материала

Непрерывный спектр Новой оказался столь слабым, что спектр можно считать чисто эмиссионным. Поэтому для спектрофотометрической обработки его мы воспользовались звездой сравнения. Последняя была избрана на том же негативе.

При выборе звезды сравнения мы старались, чтобы она была по возможности раннего подкласса А, при нормальной экспозиции Новой давала спектр нормального почернения и находилась поблизости Новой. Более или менее удовлетворяющей этим требованиям оказалась звезда: HD 141040, А3, 6.86 ф. зв. вел.

Интенсивности линий Новой определялись по отношению к интенсивности непрерывного спектра в звезде сравнения, в той же длине волны. Затем принимая во внимание истинное распределение энергии в непрерывном спектре звезды сравнения (взяв для нее принятую для данного спектрального подкласса температуру из температурной шкалы Койпера [15]:  $T_{\text{эф}} = 9340^\circ$ ), эти интенсивности выражались в сравнимых друг с другом единицах. За единицу была принята интенсивность непрерывного спектра шириной  $1 \text{ \AA}$  в спектре звезды сравнения около  $H\delta$ .

Очевидно, полученный таким путем результат зависит от принятой для звезды сравнения температуры. В связи с этим заметим, что по распределению энергии в спектре, температура, собственно говоря, должна быть выше. Действительно за последние годы стало выясняться, что температура звезд типа А0, по распределению энергии в спектре, составляет  $18000^\circ$ , в то время как эффективная температура этих звезд, составляет  $10700^\circ$ .

Если обозначить через  $I'_{\lambda i N}$ ,  $I'_{\lambda i^*}$  определяемые нами интенсивности спектральной линии с длиной волны  $\lambda_i$  для Новой и звезды сравнения соответственно, а через  $I_{\lambda i N}$ ,  $I_{\lambda i^*}$  соответствующие им истинные интенсивности этих же спектральных линий, то вышесказанное можно выразить следующими равенствами:

$$\frac{I'_{\lambda i N}}{I'_{\lambda i^*}} = \frac{I_{\lambda i N}}{I_{\lambda i^*}} = a_i \quad i = 1, 2, 3 \dots$$

где  $a_i$  постоянные числа, т. е.

$$I_{\lambda i N} = a_i I_{\lambda i^*} \quad (1)$$

С другой стороны:

$$\frac{I_{\lambda i^*}}{I_{\lambda 2^*}} = b_{i2},$$

где  $b_{i2}$  можно получить по формуле Планка [16], а  $\lambda_2$  в нашем случае длина волны  $H\delta$ , т. е.

$$I_{\lambda i^*} = b_{i2} I_{\lambda 2^*} \quad (2)$$

Из (1) и (2) равенств получаем окончательно:

$$I_{\lambda i N} = a_i b_{i2} I_{\lambda 2^*}$$

Таким путем нами были построены контуры ярких эмиссионных линий и вычислены их эквивалентные ширины в единицах интенсивности непрерывного спектра звезды сравнения в полоске шириною  $1 \text{ \AA}$  около  $H\delta$  (таблица V). В период наших спектральных наблюдений (таблица I) спектр Новой не подвергался быстрым изменениям. Поэтому мы удовлетворились обработкой лишь нескольких спектров, относящихся к достаточно удаленным друг от друга дням.

Таблица V

$\lambda$	1948					
	14.IV	4.V	25.V	5.VI	7.VI	29.VII
$N_1 + N_2$	56.7	51.9	45.2	50.9	38.9	32.6
$H\beta$	14.5	12.2	11.5	8.6	8.6	4.7
4686	5.7	4.8	4.3	4.0	3.8	3.4
4641	11.6	9.1	7.0	7.4	6.4	3.9
4510	3.4	3.0	3.2	2.7	2.7	2.3
4363	26.9	20.2	19.7	13.4	14.0	8.6
$H\gamma$	7.9	8.5	6.1	5.0	5.4	2.5
$H\delta$	11.2	10.4	8.6	6.5	7.2	3.4
$H\epsilon$	5.0	3.0	3.6	2.5	2.3	—

Спектрофотометрические измерения выполнены на т. наз. быстром микрофотометре Абастуманской обсерватории [6].

Так как настоящая работа (получение контура линий) требовала измерения интенсивности по возможности узкой полоски в измеряемых линиях, то мы должны были вести измерения при такой минимальной ширине измерительной щели микрофотометра, при которой, принимая во внимание и высоту щели, фотометрируемая площадь оставалась бы не меньше минимально возможной. Руководствуясь этим, мы провели измерения при ширине щели 0.25 мм и высоте 7 мм. Им отвечают на негативе 0.012 мм и 0.33 мм, соответственно, (увеличение 21-кратное). Таким образом, фотометрируемая площадь получается за счет высоты щели значительно больше минимально возможной и при этом вырезаемая полоска в самой линии довольно узка — 0.012 мм. Последней соответствует при нашей дисперсии в среднем 1.5 Å.

При измерении щель перемещалась внутри данной линии через каждые 0.02 мм, так что контур описывался довольно четко.

После или перед измерением негатива Новой измерялись также шкалки, одновременно проявленные с ним, и строились характеристические кривые ( $E \lg I$ ) для нескольких различных длин волн. Затем, т. к. они заметно не различались [6], из них бралась средняя кривая, которой мы и пользовались для всех измеряемых нами линий. Эти характеристические кривые давали нам вышеуказанные величины  $I_{\lambda N}$  и  $I_{\lambda^*}$ .

При построении контура линии учитывалась кривая дисперсии.

Как видно из таблицы V, в спектре Новой главенствуют линии Ю III, т. е. Новая находилась в тот период в максимуме развития небулярной стадии.

Полные интенсивности линий в течение периода наблюдений постепенно ослабевают, как и видимый фотографический блеск Новой (чертеж 1), претерпевая при этом некоторые колебания соответственно колебанию блеска Новой.

Интенсивность небулярных запрещенных линий ( $N_1, N_2$ ) по отношению к авроральной ( $\lambda$  4363) постепенно усиливается, что обычно наблюдается в поздних стадиях развития небулярной стадии в новых звездах, в оболочках которых, по мере их расширения, плотность падает, а ионизация растет и условия возникновения небулярных и авроральных линий прибли-

жаются к тому, что имеет место у планетарных туманностей, где небулярные линии гораздо ярче авроральных.

Интенсивность линии  $\lambda 4686$  по отношению к интенсивности  $\lambda 4641$  постепенно усиливается.

Следовательно, для *N Змеи* 1948 характерны все признаки, типичные для Новых, и в ее развитии мы не замечаем никакой аномалии.

Заметим, что *М а р и Б л о х* [14] указывает на некоторое раздвоение эмиссионных линий в спектре *N Змеи*, однако в наших спектрах это едва ли заметно. Очевидно, причину этого надо видеть в том, что наши спектры получены с объективной призмой и в них такие тонкие эффекты могут быть замаскированы.

В таблице VI даны декременты серии Бальмера для *N Змеи*, полученные нами и *М а р и Б л о х* [14], здесь же для сравнения приведены экспериментальные данные для некоторых Новых ([17] стр. 360) и теоретическое значение декремента серии Бальмера по Бейкеру и Менцелю [18], вычисленное для планетарных туманностей.

Таблица VI ცხრილი

Сп. линия ბზ.ბს.ბო	N Ser							N Her	N Lac	Теорет. თეორიული Бейкер и Менцел  $T_{эл}=10000^\circ$
	1948							1935	1936	
	14.IV	4.V	25.V	5.VI	7.VI	29.VII	VI (Блох)	VIII	VIII	
$H\alpha$	—	—	—	—	—	—	1.40	2.50	1.62	2.50
$H\beta$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$H\gamma$	0.54	0.70	0.53	0.59	0.63	0.53	0.74	0.54	0.55	0.51
$H\delta$	0.77	0.85	0.75	0.76	0.84	0.72	0.90	0.51	0.49	0.31
$H\epsilon$	0.34	0.24	0.31	0.29	0.27	—	0.38	0.14	0.27	0.21

Полученный нами декремент серии Бальмера для *N Змеи* 1948 в среднем согласуется с теоретическим (за исключением  $H\alpha$  которая показывает аномально большую интенсивность) и сравним с экспериментальными данными для других Новых.

Аномально большая интенсивность  $H\alpha$  по *М а р и Б л о х* [14], которая располагала спектрами Новой с большей дисперсией, есть результат наложения на нее довольно интенсивных линий  $\lambda 4097$  и  $\lambda 4103$ , принадлежащих к *N III*.

Контуры эмиссионных линий имеют довольно симметричные формы, т. е. можно считать что газовая оболочка звезды расширялась во все стороны равномерно. В таком случае скорость расширения оболочки характеризуется полушириной эмиссионных линий. В период наших наблюдений газовая оболочка Новой расширялась в среднем со скоростью 1600 км/сек.

Для оценки лучевой скорости самой звезды мы применили дифференциальный метод. Звездами сравнения служили:

$$\begin{aligned} \text{HD } 141003 (\beta \text{ Ser}) A_2 & \quad V_r = +22.0 \pm 1.2 \\ 141187 (\gamma \text{ Ser}) A_0 & \quad -35.2 \pm 1.3 \end{aligned}$$

Можно было убедиться, что Новая не обладает сколько-нибудь выделяющейся скоростью и последняя—того же порядка, что и для всех звезд, в среднем.

### § 5. Электронная температура в оболочке Новой

Отношение суммы интенсивностей небулярных линий  $N_1, N_2$  к интенсивности авроральной линии  $\lambda 4363$  является функцией электронной температуры и электронной плотности в газовых оболочках планетарных туманностей и Новых звезд, так как небулярные и авроральные запрещенные линии имеют разные потенциалы возбуждения и продолжительность жизни атомов соответствующих им в метастабильных состояниях различна. Исходя из этого, Менцел, Аллер и Хебб [19] разработали метод определения электронной температуры в оболочках планетарных туманностей. Для применения этого метода к Новым звездам нужно учесть различие электронной плотности в газовых оболочках Новых звезд и планетарных туманностей.

Пейн-Гапошкиной и Гапошкиным [20] были получены электронные плотности в оболочках нескольких Новых звезд, на основе которых, пользуясь методом Менцела, Аллера и Хебба, они получили следующую формулу для определения электронной температуры в оболочках Новых:

$$\frac{I_{N_1+N_2}}{I_{4363}} = 0.0475 \times 10^4 \frac{14320}{T_{эл}}$$

В таблице VII приводятся электронные температуры в оболочке N Змеи 1948, полученные нами по этой формуле на основе соответствующих данных таблицы V. Здесь же приведено определение Мари Блох [14]. Заметим, что последняя пользовалась методом Барбье [21], который представляет собой небольшое видоизменение вышеуказанного метода. Этим и вызвано различие между результатами, полученными нами и Мари Блох из одинакового отношения интенсивностей вышеуказанных линий.

Как видим, электронная температура в оболочке N Змеи 1948 того же порядка, как и обычно наблюдаемые в оболочках Новых ([17] стр. 359).

Таблица VII Обсуждено

1948	14.IV	4.V	25.V	5.VI	7.VI	29.VII	VI (Блох)
$\frac{I_{N_1+N_2}}{I_{4363}}$	2.11	2.52	2.30	3.80	2.78	3.78	2.34
$T_{эл}$	8700	8300	8500	7500	8100	7500	7780

### § 6. Температура Новой

Так как в спектре Новой не присутствует непрерывный спектр, то из всех существующих методов определения температуры ядра планетарных туманностей и Новых звезд в небулярной стадии [17] мы могли применить лишь методы В. А. Амбарцумяна [22] и Стоя [23].

Заметим, что для подобного случая известны также методы Б. А. Воронцова-Вельяминова [24] и М. А. Вашакидзе [25]. Однако, для применения этих методов у нас не было соответствующих экспериментальных данных.

В. А. Амбарцумян предполагает, что атомы водорода поглощают только ту энергию, которая излучается между ионизационными частотами  $H I$  и  $He II$  ( $\lambda 912 \text{ \AA}$  и  $\lambda 228 \text{ \AA}$ ), а излучение ядра за пределом  $\lambda 228 \text{ \AA}$  полностью поглощается  $He II$  т. е. числа квантов, испускаемых ядром в этих двух участках  $N_{ul}$  и  $N'_{ul}$ , приблизительно равны числам квантов, испускаемых в линиях соответствующих серии  $H I$  и  $He II$ . Исходя из этого предположения и воспользовавшись тем, что для определенных пар квантовых состояний  $H I$  и  $He II$  отношение эйнштейновых коэффициентов для самопроизвольных переходов ( $A_{nm}$ ) постоянно и равно 16, он находит соотношение

$$\frac{N'_{ul}}{N_{ul}} = \frac{A_{42} \lambda'_{43} I_{43}}{A_{43} \lambda_{42} I_{42}},$$

где  $I_{43}$  и  $I_{42}$  интенсивности линий  $\lambda 4686$  и  $H\beta$ , соответственно, (значки ' относятся к  $He II$ ).

При вычислении температуры по формуле Амбарцумяна, пользуются таблицей, составленной самим автором метода. В ней дается соотношение  $\frac{N'_{ul}}{N_{ul}}$  в функции температуры для черного тела.

Метод Стоя основан на определении отношения суммы интенсивностей запрещенных линий [OIII] к сумме интенсивностей водородных линий серии Бальмера.

Исходя из теории Занстра свечения планетарных туманностей, по которой каждый квант ультрафиолетовой радиации за пределом серии Лаймана центральной звезды порождает один квант серии Бальмера, а вся энергия, получаемая электронами при ионизации переходит в излучение линии «небулия» (запрещенные линии), Стой получил следующее соотношение:

$$\frac{I_2 - x I_1}{x' I_1} = \frac{\sum_{Neb} I_p}{\sum_{Hyd} I_p \frac{\nu}{\nu_p}},$$

где

$$I_1 = \int_{x_0}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx, \quad I_2 = \int_{x_0}^{\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx$$

$$x_0 = \frac{h\nu_0}{kT}, \quad x' = \frac{h\nu'}{kT},$$

$\nu_0$  соответствует головной линии серии Лаймана ( $\lambda_0 912 \text{ \AA}$ ), а  $\nu'$  —  $H\beta$  ( $\lambda 4861$ ).

Соотношение  $I = \frac{I_2 - x_0 I_1}{x' I_1}$  в функции температуры было вычислено для черного тела самим автором метода.

Суммирование  $\sum_{H\gamma d} I_p \frac{v}{v_p}$  распространяется на все линии серии Бальмера, включая и непрерывный спектр за головной линией этой серии. Однако, влияние последнего, так же как и последних членов серии Бальмера почти ничтожно, т. е. ими можно пренебречь.

Как видим (таблица V), данные наблюдений не включают линию  $H_z$ . Для того, чтобы учесть ее влияние, мы воспользовались данными М а р и Б л о х, а также учли то, что полученный нами декремент серии Бальмера (табл. VI) в среднем согласуется с теоретическим (за исключением  $H\alpha$ ) и приняли  $\frac{H\alpha}{H\beta} = 2$ . Впоследствии, для каждого дня наблюдений, зная значение  $H\beta$ , мы вычисляли  $H_z$ .

Суммирование  $\sum_{Neb} I_p$  распространяется на все запрещенные линии (предполагается, что все они излучаются в фотографической области спектра). Очевидно, главную роль играют запрещенные линии ЮПП.

Итак, воспользовавшись соответствующими данными таблицы V, нами была вычислена температура N Змеи 1948 (табл. VIII) методами А м б а р ц у м я н а и С т о я.

Таблица VIII  $\text{O}^{\circ}\text{O}^{\circ}\text{O}^{\circ}$ 

1948	14.IV	4.V	25.V	5.VI	7.VI	29.VII
$\frac{N'_{ul}}{N_{ul}}$	0.35	0.35	0.33	0.42	0.40	0.66
$T^{\circ}_{\text{Амб.}}$	164000	164000	162000	171000	171000	206000
$I$	1.13	1.13	1.13	1.47	1.19	1.75
$T^{\circ}_{\text{Стой.}}$	25500	25500	25500	31500	26500	36000

Как видим, температура Новой постепенно увеличивается, что и должно быть, и в период наших наблюдений в среднем составляет по методу А м б а р ц у м я н а  $170000^{\circ}$ , а по методу С т о я  $28000^{\circ}$ . Если принять во внимание, что первый метод вероятно дает завышенные, а второй несомненно заниженные температуры, то нужно считать, что действительная температура Новой находится где-то между ними. К сожалению, как уже было сказано, ввиду того, что спектр Новой чисто эмиссионный, мы не могли применить другие методы определения температуры ядра планетарных туманностей и Новых.



## § 7. Расстояние до N Змеи 1948

Воспользовавшись статистически установленной связью между спектральным развитием и падением блеска Новых звезд для N Змеи 1948 получаем, что в максимуме вспышки она вероятно была 5-ой зв. величины ([17], стр. 220).

С другой стороны статистически установлено также, что в максимуме вспышки наивероятнейшее значение абсолютного блеска для Новых звезд равняется  $-7^m 5 \pm 0.2$ .

На основе этих данных:  $r = 2500$  пс, с учетом межзвездного поглощения света. Для последней цели мы пользовались общеизвестной формулой

$$M = m - A(r, b) + 5 - 5 \lg r,$$

где для  $A(r, b)$  (полное поглощение света в звездных величинах на всем пути от звезды до нас) было взято его среднее значение по известной формуле П. П. Паренга.

$$A(r, b) = \frac{0.35}{\sin b} \left( 1 - e^{-\frac{r \sin b}{100}} \right).$$

## З а к л ю ч е н и е

Таким образом на основе обработки наблюдательного материала N Змеи 1948, получены следующие результаты.

В момент открытия Новая находилась в максимуме развития небулярной стадии.

Полные интенсивности эмиссионных линий в течение периода наблюдений постепенно ослабевают, как и видимый фотографический блеск Новой, претерпевая при этом некоторые колебания соответственно колебанию блеска Новой.

Интенсивность небулярных запрещенных линий ( $N_1$ ,  $N_2$ ) по отношению к авроральной ( $\lambda 4363$ ) постепенно усиливается. Интенсивность линии  $\lambda 4686$  по отношению к интенсивности  $\lambda 4641$  также постепенно усиливается.

Полученный нами декремент серии Бальмера для N Змеи 1948 в среднем согласуется с теоретическим (за исключением  $H_2$ , которая показывает аномально большую интенсивность) и сравним с экспериментальными данными для других Новых.

Аномально большая интенсивность  $H_2$  по Мари Блох есть результат накладывания на нее довольно интенсивных линий  $\lambda 4097$  и  $\lambda 4103$ , принадлежащих к NIII.

Электронная температура в оболочке N Змеи 1948 того же порядка как и обычно наблюдаемая в оболочках Новых—в среднем  $8000^\circ$ .

В период наших наблюдений газовая оболочка Новой расширялась в среднем со скоростью 1600 км/сек.

Температура Новой постепенно увеличивалась.

Новая ослабевала медленно и в среднем—при малых колебаниях.

В максимуме вспышки N Змеи 1948 вероятно была 5-ой величины, а по литературным данным до вспышки она была слабее 16-ой зв. величины, т. е. амплитуда колебания блеска у нее превышает 11 зв. величин.

Следовательно, для N Змеи 1948 характерны все признаки, типичные для Новых.

Считаем уместным указать на статьи и заметки относительно N Змеи 1948, вышедшие со дня ее открытия мною, и дошедшие до нас до опубликования настоящей статьи: [2, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 14, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44]. В них читатель может найти следующие данные: координаты Новой, фотографические и визуальные звездные величины, визуальную кривую блеска, описания спектров (отождествление и интенсивности спектральных линий) и указания о спектральной стадии развития Новой, значения электронной температуры в оболочке Новой и декремента серии Бальмера, а также данные о звездной величине в максимуме вспышки и до вспышки.

Наконец, пользуясь случаем и выражаю глубокую благодарность директору Абастуманской обсерватории профессору Е. К. Харадзе, за постоянный интерес к моим работам и помощь, профессору Б. А. Воронцову-Вельяминову, не только предоставившему мне возможность измерить спектрограммы на регистрирующем микрофотометре, но и оказавшему мне советами большую помощь в обработке материала, и доктору физико-математических наук М. А. Васькидзе за ценные советы.

Май, 1952.

#### ЛИТЕРАТУРА — ლიტერატურა

1. Воронцов-Вельяминов Б. А. Новые звезды и галактические туманности, 1935.
2. АЦ АН СССР, № 72, 1948.
3. Дейч А. Н. АЖ, 25, 44, 1948.
4. Мартынов Д. Я. Астр. календарь на 1951.
5. Vinter Hansen M. JAU Circular, № 1151, 1948.
6. Бартая Р. А. Бюлл. Абаст. обс., № 15, 37, 1953.
7. Харадзе Е. К. Бюлл. Абаст. обс., № 12, 1952.
8. Бартая Р. А. АЦ АН СССР, № 81, 1948.
9. Соловьев А. В. Цирк. Сталинаб. астр. обс., № 76, 1949.
10. Davis M. S. AJ, 55, 37, 1949.
11. Lohmann W. AN, 277, 37, 1949.
12. Бартая Р. А. АЦ АН СССР, № 73, 1948.
13. Beer A. MN, 96, 36, 1936.
14. Bloch Marie. Ann. d'Aph, 13, 390, 1950.
15. Kuiper G. P. Aph. J, 88, 429, 1938.
16. Фабри Ш. Общее введение в фотометрию, 138, 1934.
17. Воронцов-Вельяминов Б. А. Газовые туманности и Новые звезды, 1948.
18. Baker J. G. and Menzel D. H. Aph. J, 88, 52, 1938.
19. Menzel D. H., Aller L. H. and Hebb M. H. Aph. J, 93, 230, 1941.
20. Payne-Gaposchkin C. and Gaposchkin S, HC, № 445, 1942.
21. Barbier D. Ann. d'Aph, 11, 193, 1948.
22. Амбарцумян В. А. Цирк. ГАО, № 4, 1932.
23. Stoy R. H. MN, 93, 588, 1933.
24. Воронцов-Вельяминов Б. А. AN, 243, 165, 1931.

25. Вашакидзе М. А. АЖ, 15, 24, 1938.
26. Мартынов Д. Я. АЦ АН СССР, № 74, 1948.
27. « АЦ АН СССР, № 75, 1948.
28. « АЦ АН СССР, №№ 76—77, 1948.
29. Бартая Р. А. АЦ АН СССР, № 85, 1949.
30. « АН АН СССР, № 107, 1950.
31. « АЦ АН СССР, № 119, 1951.
32. Соловьев А. В. Цирк. Сталинаб. астр. общ., № 69, 1949.
33. « АЦ АН СССР, № 74, 1948.
34. Всехсвятский С. К. АЦ АН СССР, № 74, 1948; Публ. Киев. астр. общ., № 4, 1950.
35. Катц, О. В. и Лозинский А. М. АЦ АН СССР, № 73, 1948.
36. Bloch Marie. CR, 227, 333, 1948.
37. McLaughlin D. B. PASP, 60, 265, 1948.
38. Hoffmeister C. Die Sterne, 24, 57, 1948.
39. Baldet F. L'Astronomie, 62, 201, 1948.
40. Steavenson W. H. MN, 110, 625, 1950.
41. Struve O. Astr. N. Lett. № 40, 9, 1948.
42. Beyer M. AN 280, 274, 1952.
43. Holborn F. M. JBAA, 63, 74, 1953.
44. Ashbrook J. AJ 58, 176, 1953.

აბასთუმნის ობსერვატორიაში აღმოჩენილი ახალი ვარსკვლავის  
(N Ser 1948) გამოკვლევა

რ. ბართაია

(რეზუმე)

1948 წლის 8 და 9 აპრილს, ვასრულებდი რა მიმდინარე გეგმის სამუშაოს (B5—A7 ქვეკლასების მკრთალ ვარსკვლავთა სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრა), ვახდენდი ფოტოგრაფირებას ე. წ. გველის თანავარსკვლავედის არეში. ფოტოგრაფირება წარმოებდა აბასთუმნის ობსერვატორიის 40 სმ-იანი რეფრაქტორის 20 სმ-იანი კამერაზე მონტირებული საობიექტივო პრიზმით. ერთი დღით გვიან, მიღებული ნეგატივების ერთდროულად გასინჯვისას, ობსერვატორიის დირექტორმა ე. ხარაძემ მიაპყრო ჩემი ყურადღება მკრთალ ემისიურ სპექტრს, რომელსაც უწყვეტი ფონი სულ არ ეტყობოდა. ვარსკვლავი, რომელსაც მიეკუთვნებოდა აღებული სპექტრი, უნდა ყოფილიყო 8—9 ხილული ვარსკვლავიერი სიდიდისა.

ვინაიდან ფირფიტები გადაღებული იყო—ამოცანის შესაბამისად—მოკლე ექსპოზიციებით და სპექტრების გამონასახები ძალიან მკრთალები იყო, ფრანკლინ-ადამსის ვარსკვლავთ რუკებთან შედარება საექვო ობიექტის გაიგეების მიზნით ძნელი შეიქნა.

ის გარემოება, რომ პლანეტურ ნისლეულების კატალოგში [1] არ აღმოჩნდა ნისლეული ახლო კოორდინატებით, ხოლო ვოლფ-რაიეს ტიპის ვარსკვლავი ხსენებული ობიექტი არ შეიძლებოდა ყოფილიყო მისი დიდი გალაქტიკური განედის გამო (46°), გვაფიქრებინებდა, რომ საქმე გვაქვს ახალ ვარსკვლავთან სპექტრული განვითარების ნებულურ სტადიაში. ამ განზრახვით

აბასთუმნის ობსერვატორიაში აღმოჩენილი ახალი ვარსკვლავის (N Ser 1948) გამოკვლევა 33

შემდეგ მოწმენდილ ღამეს—13 აპრილს გავიმეორე იმავე არეს ფოტოგრაფირება და მივიღე როგორც სპექტრი, ისე უბრალო ფოტოგრაფია, რის შედეგადაც სრულიად ცხადი შეიქნა, რომ საექვო ობიექტი არის მე-9 ვარსკვლავიერი სიდიდის ახალი ვარსკვლავი.

ობსერვატორიის მინის ბიბლიოთეკაში ნაპოვნი იყო იმავე არეს ორი ნეგატივი, გადაღებული 1942 წლის 13 აპრილს (№№ 1046, 1047). ამ ნეგატივებზე, რომლებიც მიღებული იყო 2-საათიანი ექსპოზიციებით აგრეთვე არ აღმოჩნდა ეს ვარსკვლავი. მაშინ ჩვენ ვაცნობეთ სსრკ ასტრონომიულ ცნობათა ბიუროს და ასტრონომიულ ობსერვატორიებს გველის თანავარსკვლავედში ახალი ვარსკვლავის აღმოჩენა [2].

ახალი ვარსკვლავის კოორდინატები 1950 წლისათვის შემდეგია:

$$\alpha = 15^{\text{h}}43^{\text{m}}18.^{\text{s}}47 \pm 0.^{\text{s}}03$$

$$\delta = +14^{\circ}31'9."7 \pm 0."3$$

უკანასკნელნი მივიღე ჩვენი ობსერვატორიის დიდ საზომ იარაღზე განსაზღვრით ა. დეიჩის მეთოდით [3].

არაპირდაპირი მონაცემების მიხედვით, ანთებამდე ვარსკვლავი მე-16 ვარსკვლავიერი სიდიდის უფრო მკრთალი უნდა ყოფილიყო [4,5].

ჩემ მიერ აღმოჩენილი ვარსკვლავი ახლა ცნობილია აღნიშვნით: N Ser 1948. ცვალებად ვარსკვლავთა კატალოგში ის შეტანილია აღნიშვნით: CT Ser.

ვეწეოდით რა ახალი ვარსკვლავის თითქმის სისტემატურ დაკვირვებას, სპექტრებს ვღებულობდით  $15.5^{\circ}$ -იანი საობიექტივო პრიზმით, რომელიც 20 სმ-იან კამერასთან კომბინაციაში გადაღებდა ხაზოვან დისპერსიას  $115 \text{ \AA} / \text{მმ}$  H $\alpha$ -ს მახლობლად. დისპერსიის გაზრდის მიზნით ერთ-ერთი სპექტროგრაფი (ნეგატივი № 2422) მიღებული იყო ორი საობიექტივო პრიზმის (გარდამტეხი კუთხეებით  $15.5^{\circ}$  და  $5.5^{\circ}$ ) კომბინაციის საშუალებით. ამ შემთხვევაში სპექტრის ხაზოვანი დისპერსია ტოლი აღმოჩნდა  $90 \text{ \AA} / \text{მმ}$ .

ფირფიტების სტანდარტიზაციისათვის გამოყენებული იყო სპექტროგრაფზე „საფეხურებიანი კერიტით“ მიღებული სკალები [6].

ერთდროულად ვღებულობდით პირდაპირ ფოტოგრაფიებსაც 20 სმ-იან კამერაზე.

ფოტოგრაფიული ვარსკვლავიერი სიდიდეების განსაზღვრისათვის შესაძარბელ ვარსკვლავებად გამოყენებული იყო ჩრდილო პოლარული თანმიმდევრობის ვარსკვლავები (CPII), რომლებსაც ვღებულობდით და ვზომავდით ახალის ფირფიტების იდენტურ პირობებში.

სულ მიღებული გვაქვს 15 ნეგატივი საობიექტივო პრიზმით (ცხრილი I) და 28 ჩვეულებრივი ფოტოგრაფიები (ცხრილი II).

დაკვირვებითი მასალის საფუძველზე განვსაზღვრეთ გველის ახალის ფოტოგრაფიული ვარსკვლავიერი სიდიდეები.

ფოტოგრაფიული სიკაშკაშის მრუდის ასაგებად ვისარგებლეთ როგორც ჩვენი, ისე ა. სოლოვიოვისა [9] და მ. დევისის [10] მონაცემებით (ცხრილი III).

3. აბასთ. ასტროფიზ. ობს. ბიულ., № 15

ჩვენი და დევისის მონაცემები წარმოდგენილია ინტერნაციონალურ სისტემაში. სოლოვიოვის მონაცემები მიყვანილი იყო ამავე სისტემაზე გრაფიკული მეთოდის გამოყენებით.

III ცხრილის მეორე სვეტში მოცემულია სოლოვიოვის მონაცემების პირდაპირი მნიშვნელობანი, ხოლო მესამეში კი—ჩვენ მიერ ინტერნაციონალურ სისტემაზე მიყვანილი.

სიკაშკაშის მრუდის აგებისას (ნახ. 1) გაერთიანებული იყო მოცემული ღამის დაკვირვებანი. ეს გამართლებულია მით, რომ როგორც ვხედავთ, ახალის სიკაშკაშე კლებულობდა ნელა და, საშუალოდ, მცირე რხევებით.

სპექტრის სახის მიხედვით (განიერი ემისიური ხაზები, გაზოვანი ნისლეულებისათვის დამახასიათებელი სპექტრული ხაზები) თავიდანვე ცხადი იყო, რომ აღმოჩენის მომენტში ვარსკვლავი იმყოფებოდა სპექტრული განვითარების ნებულურ სტადიაში, ე. ი. „ანთების“ მაქსიმუმის მომენტი მას უკვე გავლილი ჰქონდა. როგორც ჩანს, გველის ახალის „ანთების“ მაქსიმუმი არც შეიძლება იყოს ყოფილიყო დაკვირვებული, ვინაიდან მას ალბათ ადგილი ჰქონდა 1947 წლის დასასრულს, როდესაც ახალი იმყოფებოდა ცაზე მზის მახლობლად.

სპექტრების დეტალური შესწავლისათვის ისინი დამუშავებული იყო თვითმწერ მიკროფოტომეტრზე. ჩვენი სპექტრული დაკვირვებების პერიოდში (14.VI. 1948-დან 29.VII. 1948-მდე) ახალის სპექტრს, რაიმე სპექტრული ხაზების გამოჩენის ან გაქრობის თვალსაზრისით, არსებითი ცვლილება არ განუცდია, თუ გამოვრიცხავთ იმ გარემოებას, რომ უკანასკნელ ხანებში თვით ვარსკვლავის სიკაშკაშის შემცირების გამო, უფრო მკრთალი ხაზები არ ჩანდნენ. ამიტომ ჩვენ მოგვყავს ახალის სპექტრის აღწერა მხოლოდ 14.IV.1948 რიცხვისათვის (ცხრილი IV, ფოტო 1).

ახალის სპექტრი წმინდა ემისიურია, ამიტომაც მისი სპექტროფოტომეტრიული დამუშავებისათვის ჩვენ ვისარგებლეთ შესაძარბევი ვარსკვლავით. უკანასკნელი შერჩეული იყო იმავე ნეგატივზე (HD141040, A3,6<sup>m</sup>86).

ახალის სპექტრული ხაზების ინტენსივობები განისაზღვრებოდა შესაძარბევი ვარსკვლავის უწყვეტი სპექტრის იმავე ტალღის სიგრძის უბნების ინტენსივობებთან შეფარდებით. შემდეგში, ვლებულობდით რა მხედველობაში შესაძარბევი ვარსკვლავის უწყვეტ სპექტრში ენერგიის კემპარიტ განაწილებას (აღებული იყო მისთვის მისი სპექტრული კლასის შესაბამისი ტემპერატურა კოიპერის [15] ტემპერატურული სკალიდან— $T_{\text{eff}} = 9340^{\circ}$ ), ამ ინტენსივობებს გამოვხატავდით ურთიერთ შედარებით ერთეულებში. ერთეულად მიღებული იყო შესაძარბევი ვარსკვლავის სპექტრში H $\beta$ -ს გასწვრივ 1A-ის სიგანის უწყვეტი სპექტრის ინტენსივობა.

ასეთი გზით ჩვენ მიერ აგებული იყო კაშკაშა ემისიური ხაზების კონტურები და გამოთვლილი — მათი ექვივალენტური სიგანეები შესაძარბევი ვარსკვლავის H $\beta$ -ს გასწვრივ 1A-ის სიგანის უწყვეტი სპექტრის ინტენსივობის ერთეულებში (ცხრილი V).

როგორც V ცხრილიდან ჩანს, ახალის სპექტრში გამოირჩევიან [0111] ხაზები, ე. ი. ახალი იმყოფებოდა ნებულური სტადიის განვითარების მაქსიმუმში.

სპექტრული ხაზების სრული ინტენსივობანი დაკვირვების პერიოდის განმავლობაში თანდათან მცირდებოდნენ, როგორც ხილული ფოტოგრაფიული სიკაშკაშე ახალისა (ნახ. 1), განიცდიდნენ რა ამავე დროს მცირედ რხევებს, ახალის სიკაშკაშის რხევის შესაბამისად.

ნებულური აკრძალული ხაზების ( $N_1$ ,  $N_2$ ) ინტენსივობა ავრორული ხაზის  $\lambda 4363$  ინტენსივობასთან შეფარდებით თანდათან იზრდებოდა, რასაც ჩვეულებრივ ვაკვირდებით ახალ ვარსკვლავებში ნებულური სტადიის განვითარების გვიანდელ სტადიაში.

$\lambda 4686$  ხაზის ინტენსივობა  $\lambda 4641$  ხაზის ინტენსივობასთან შეფარდებით თანდათან ძლიერდებოდა.

VI ცხრილში მოცემულია ბალმერის სერიის დეკრემენტები გველის ახალისათვის, მიღებული ჩვენი და მარი ბლოხის [14] მიერ. აქვე შედარებისათვის მოყვანილია ექსპერიმენტული მონაცემები ზოგიერთი ახალი ვარსკვლავებისათვის და თეორიული მნიშვნელობა დეკრემენტისა ბეიკერის და მეცელის მიხედვით, გამოთვლილი პლანეტური ნისლეულებისათვის.

ჩვენ მიერ მიღებული ბალმერის სერიის დეკრემენტი საშუალოდ თანხმობაშია თეორიულთან (თუ არ მივიღებთ მხედველობაში  $H\beta$ -ს, რომელიც უჩვენებს ანომალურად დიდ ინტენსივობას) და შედარებადია სხვა ახლებისათვის ცნობილ ექსპერიმენტულ მონაცემებთან.

გველის ახალი 1948-ის გაზოვანი გარსის გაფართოების საშუალო სიჩქარე, გამოთვლილი კაშკაშა ემისიური ხაზების ნახევარ სიგანეების მიხედვით, ტოლია 1600 კმ/სეკ-ისა.

ვინაიდან ნებულურ და ავრორულ აკრძალულ ხაზებს სხვადასხვა აღგზნების პოტენციალი აქვთ და ატომების სიციცხლის ხანგრძლიობა მათ შესაბამის ძეტასტაბილურ დონეებზე სხვადასხვაა, ამიტომ ნებულური ხაზების  $N_1$ ,  $N_2$  ინტენსივობათა ჯამის ფარდობა ავრორული ხაზის  $\lambda 4363$  ინტენსივობასთან წარმოადგენს პლანეტური ნისლეულებისა და ახალ ვარსკვლავთა გაზოვან გარსში ელექტრონული ტემპერატურისა და ელექტრონული სიმკვრივის ფუნქციას. VII ცხრილში მოცემულია ჩვენ მიერ გამოთვლილი გველის ახალი 1948-ის გაზოვან გარსის ელექტრონული ტემპერატურები. აქვე უკანასკნელ სვეტში მოცემულია მარი ბლოხის [14] განსაზღვრა.

როგორც ვხედავთ, გველის ახალის გაზოვან გარსში ელექტრონული ტემპერატურა იმავე რიგისაა, რასაც ჩვეულებრივ ვაკვირდებით ახალ ვარსკვლავთა გაზოვან გარსებში ([17], გვ. 359).

ვინაიდან ახალის სპექტრი წმინდა ემისიურია, პლანეტური ნისლეულების გულისა და ნებულურ სტადიაში ახალ ვარსკვლავთა ტემპერატურების განსაზღვრის ყველა არსებული მეთოდებიდან ჩვენ შეგვეძლო გამოგვეყენება მხოლოდ ე. აშბარცუმისა [22] და სტოის [23] მეთოდები.

ვისარგებლეთ რა V ცხრილის სათანადო მონაცემებით, და დავეყრდენით რა ამბარცუმიანისა და სტოის მეთოდებს, გამოვითვალეთ გველის ახალი 1948-ის ტემპერატურები (ცხრილი VIII).

როგორც ჩანს, ახალის ტემპერატურა დაკვირვებების პერიოდში თანდათან იზრდებოდა, რაც ასეც უნდა ყოფილიყო.

თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ გარემოებას, რომ ამბარცუმიანის მეთოდი ალბათ გვაძლევს ტემპერატურის შესაძლებელ მაქსიმალურ მნიშვნელობას, ხოლო სტოისა კი—უეჭველად მინიმალურს, მაშინ უნდა ვიფიქროთ, რომ ნამდვილი მნიშვნელობა ტემპერატურისა მოთავსებულია სადღაც ამ ორი მეთოდით მიღებულ მნიშვნელობათა შორის.

ვისარგებლეთ რა ახალი ვარსკვლავებისათვის სპექტრულ განვითარებასა და სიკაშკაშის დაცემას შორის სტატისტიკურად დადგენილი დამოკიდებულებებით, მივიღეთ მანძილი გველის ახალ ვარსკვლავამდე:  $r = 2500_{\text{pc}}$ , ვარსკვლავთშორისეთის შთანთქმის გავლენის გამორიცხვით.

მაისი, 1952.

ბაბსტუმანის ასტროფიზიკური მკვლევარების ბიულეტენი № 15. 1953  
 БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 15. 1953

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИН СЛАБЫХ ЗВЕЗД ТИПОВ В5—А7\*

Р. А. Б а р т а я

### Введение

Абсолютные величины и параллаксы звезд—две важнейшие величины, со знанием которых связано, прямым или косвенным путем, решение почти всех проблем, которые ставятся в современной астрофизике и звездной астрономии.

Общеизвестная элементарная формула:

$$M = m + 5 + 5 \lg \pi,$$

где  $M$  и  $m$ —абсолютная и видимая величина, соответственно, а  $\pi$ —параллакс звезды, дает возможность, зная одну из этих величин, найти другую (подразумевается известным). Таким образом, методы определения абсолютных величин звезд в то же время являются методами определения параллаксов и наоборот.

В 1914 году А д а м с и К о л ь щ ю т т е р [1] обнаружили, что ряд спектральных линий показывали различные интенсивности в спектрах звезд гигантов и карликов одного и того же спектрального подкласса, что указывало на существование определенной зависимости между абсолютной величиной звезды и интенсивностью некоторых линий в ее спектре. Эта зависимость и была положена в основу спектрального метода определения абсолютных величин звезд.

Теория ионизации, созданная спустя несколько лет после этого открытия, могла в общих чертах объяснить наблюдаемые различия в спектрах гигантов и карликов, как эффект различия в напряжении силы тяжести на поверхности звезды.

Общепринятая и в настоящее время Гарвардская классификация звездных спектров была осуществлена чисто эмпирически, причем спектральный тип оценивался по интенсивностям тех или иных спектральных линий, а не по распределению интенсивности в непрерывном спектре. При этом, так как пользовались спектрами малой дисперсии, полученными с объективной призмой, то естественно, что главную роль сыграли те линии, которые по своей интенсивности резко выделялись среди других. В дальнейшем выяснилось, что Гарвардская последовательность звездных спектров, является по существу температурной последовательностью. Но вопрос о физической связи между температурой звезд и теми критериями, которые были положены в основу классификации их спектров, долгое время оставался нерешенным. Теоретическое объяснение этого вопроса впервые дал С а х а в 1920 г., применив появившуюся к этому времени квантовую теорию атома.

Элементарная теория ионизации С а х а подразумевает, что различие звездных спектров вызвано не различием химического состава, а раз-

\* Статья представляет собой основу кандидатской диссертации автора.



личием степени возбуждения и ионизации звездных атмосфер, что в свою очередь обусловлено, главным образом, различием эффективных температур. При этом предполагается, что парциальное давление свободных электронов (электронное давление) примерно одинаково для всех спектральных типов и в то же время является достаточно малой величиной, так что его влиянием можно пренебречь.

Исходя из этой теории, надо считать, что вид спектра должен меняться с изменением температуры и для каждой спектральной линии мы должны иметь максимальную интенсивность в каком-нибудь спектральном подклассе. Вопрос о том, при какой температуре может быть наблюден максимум интенсивности той или иной спектральной линии был разработан Фаулером и Милном. Принимая электронное давление  $P_{эл}$  постоянным, они получили температуры спектральных подразделений, в которых та или иная спектральная линия достигала максимума интенсивности (ионизационные температуры). Эти температуры показали хорошее согласие с температурами, полученными при помощи спектрофотометрических измерений (цветовые температуры) для Гарвардской спектральной последовательности Вильзингом, Розенбергом и другими. Это означало, что теория ионизации Саха в действительности объясняла физическую основу Гарвардской последовательности звездных спектров.

Позднее, более точные измерения показали, что гиганты и карлики одного и того же подкласса имеют различные цветовые температуры, при этом гигант холоднее карлика. Если несмотря на это они все же имеют почти идентичные спектры (объединены в один подкласс) т. е. степень возбуждения и ионизации в их атмосферах одинакова, то естественно думать, что в атмосферах звезд гигантов и карликов одного и того же спектрального подкласса различны не только температуры, но и давления и имеется налицо взаимная компенсация их действия. В самом деле, дальнейшие исследования показали, что значение  $P_{эл}$  резко меняется в атмосферах различных звезд и что его изменение связано с изменением  $T_{иг}$  (ускорения силы тяжести). Но мы знаем, что  $g$  в гигантах всегда меньше, чем в карликах того же спектрального подкласса, так как различие в массах между ними значительно меньше по сравнению с различием в радиусах, т. е. карлик всегда плотнее, чем гигант того же спектрального подкласса. Однако, при данной температуре низкая плотность благоприятствует ионизации и возбуждению атомов, вследствие чего в атмосферах гигантов мы имеем почти такую же степень ионизации, какая достигается в карликах только при более высокой температуре. Таким образом высокая температура карлика как бы компенсирует более низкую плотность гиганта. Если бы такая компенсация была возможна для всех элементов, то отличить спектры гигантов от спектров карликов было бы невозможно. Но для некоторых элементов возбуждение и ионизация более чувствительны к низкой плотности, чем к высокой температуре. Это и обуславливает в соответствующих этим элементам спектральных линиях изменения интенсивности внутри одного и того же спектрального подкласса. Интенсивность этих линий возрастает при переходе от карликов к гигантам.

Следовательно, спектр звезды как показывает современная теория ионизации, зависит не только от температуры, как это подразумевала

элементарная теория ионизации С а х а, но и от давления, т. е. от ускорения силы тяжести на поверхности звезды. Однако, вычисления показывают, что возбуждение и ионизация гораздо более чувствительны к изменению температуры, чем к изменению силы тяжести. В силу этого, при первом приближении характер спектра зависит только от температуры, т. е. главенствуют линии, которые более чувствительны к изменению температуры. Так как при Гарвардской классификации, ввиду малой дисперсии спектров, основывались именно на таких линиях, то это и явилось причиной того, что  $g$ -эффект был упущен из виду и Гарвардская последовательность звездных спектров оказалась по существу температурной последовательностью. Только более тонкий анализ, основанный на спектрах звезд, полученных со щелевым спектрографом обладавшим большой дисперсией, дал возможность обнаружить влияние ускорения силы тяжести. Эта зависимость спектра от ускорения силы тяжести, как от второго параметра, и лежит в основе, как упоминалось выше, метода определения спектральных абсолютных величин, имеющего огромное практическое значение.

Сущность спектрального метода определения абсолютных величин, как видно из вышеизложенного, состоит в классификации звездных спектров по абсолютной величине. Важнейшей задачей в этом методе является построение т. наз. редуцированных кривых, т. е. кривых, связывающих соотношение интенсивностей линий с абсолютной величиной на основе стандартных звезд (звезд с известными абсолютными величинами).

Выбор критериев абсолютной величины, т. е. спектральных линий, чувствительных к изменению абсолютной величины, осуществляется сопоставлением спектров стандартных звезд одного и того же спектрального подкласса и различной светимости. При этом по возможности нужно стараться, чтобы в подобранных линиях наиболее явно выражался эффект абсолютной величины и в то же время эти линии обладали бы малой чувствительностью к изменению спектрального подкласса (в той или иной степени все спектральные линии чувствительны как к изменению спектрального подкласса, т. е. температуры, так и к изменению абсолютной величины—ускорения силы тяжести).

В спектрах звезд классов F-M подбор критериев абсолютной величины легко осуществим из-за обилия спектральных линий металлов, среди которых всегда присутствуют линии, чувствительные к изменению абсолютной величины. В настоящее время известно несколько десятков линий, которые могут служить критерием абсолютной величины для звезд поздних классов.

Иначе обстоит дело для звезд ранних спектральных подразделений O—A. На самом деле, линии металлов редко встречаются в спектрах этих звезд и основными являются более или менее размытые линии водорода и гелия. Однако как показали первые работы А д а м с а и Д ж о я [2, 3] и дальнейшие исследования других авторов, ширина и полное поглощение или эквивалентная ширина этих линий у ранних спектральных типов значительно возрастают при переходе от гигантов к карликам, т. е. здесь опять имеем дело с эффектом, связанным с изменением  $g$ ; он носит лишь обратный характер (как указывалось выше для поздних спектральных типов интенсивность чувствительных к абсолютной величине линий возрастает при переходе от карликов к гигантам). Это

говорит о том, что в атмосферах этих звезд действует какой то другой фактор, отличный от того, который мы имели для поздних подразделений. В самом деле, как показали исследования Струве и Эльви [4,46], в атмосферах звезд ранних классов главную роль играет т. н. эффект Штарка, обусловленный межмолекулярными полями\*. В спектрах этих звезд они нашли следующие особенности спектральных линий в соответствии с общим характером эффекта Штарка:

1. Водородные линии показывали наибольшую ширину.
2. Линии гелия и других легких элементов также были значительно расширены.
3. Расширение линий более тяжелых элементов было незначительно.
4. Ширина спектральных линий увеличивалась с переходом от гигантов к карликам (при наличии Штарк-эффекта этого и должно было ожидать, поскольку интенсивность межмолекулярных полей зависит от электронного давления, а последнее увеличивается в карликах).
5. В карликах были найдены «запрещенные» линии гелия (согласно Штарк-эффекту наличие сильных электрических полей вызывает появление «запрещенных» линий).
6. Для некоторых линий гелия было найдено смещение, соответствующее смещению, предсказанному эффектом Штарка.
7. Ширины бальмеровых линий, хотя показывали увеличение к пределу серии, но меньшей величины, чем следовало ожидать согласно Штарк-эффекту. Это находит себе объяснение в следующем: увеличение ширины линии Бальмера с увеличением серийного номера, которое имеет место в том случае, когда все эти линии образуются в однородном электрическом поле, в звездных спектрах компенсируется тем, что здесь первые члены серии Бальмера образуются при наличии сравнительно сильных электрических полей, так как они связаны с поглощением в оптически толстом слое.

Вервей [5] произвел теоретическое вычисление контуров и полных поглощений Бальмеровых линий для различных значений температуры и ускорения силы тяжести на поверхности звезды, предполагая, что при образовании этих линий главную роль играет эффект Штарка. Сравнение полученных результатов с экспериментальными данными указывает на их качественное согласие, что говорит в пользу предположения Вервей.

Как видим, все перечисленные факты говорят о наличии Штарк-эффекта в атмосферах звезд ранних спектральных типов. Это находит свое объяснение в том, что из-за сравнительно высокой температуры, атмосфера этих звезд находится в состоянии ионизации высокой степени, ввиду чего межмолекулярное электрическое поле здесь достигает значительной величины, вполне достаточной для того, чтобы действовал Штарк-эффект. Так же легко объяснимо увеличение этого эффекта при переходе от гигантов к карликам.

Расширение линий в звездных спектрах, вместо простого штарковского расщепления, наблюдаемого в лаборатории, есть результат неоднородности межмолекулярных полей как в пространственном, так и во временном отношении.

\* Уместно отметить, что обычный эффект Штарка понимается как расщепление спектральных линий при излучении атомов во внешнем однородном электрическом поле. Как выяснилось далее, расширение спектральных линий в межмолекулярных полях, фактически является эффектом Штарка, однако не точно совпадающим с предыдущим случаем.

Итак, для ранних спектральных типов критериями абсолютной величины могут служить ширина и полное поглощение водородных и гелиевых линий. Нужно заметить, что ширины линий меняются в зависимости и от других факторов среди которых главную роль играет осевое вращение звезд\*. Между тем последнее может вызвать искажение зависимости ширины линии от абсолютной величины.

Действительно, звезды данного спектрального подкласса имеют разную скорость вращения (при этом зависимость вращательного движения от абсолютной величины пока изучена недостаточно), что может внести в определения абсолютных величин ошибки случайного характера. Заметим, что наиболее часто встречаемое значение вращательных скоростей для В-звезд по Вестгейт [6] заключается между 50—100 км/сек. Эффект вращения не меняет однако эквивалентную ширину линий.

Ознакомившись с сущностью метода определения спектральных абсолютных величин, приведем теперь сопоставление спектральных параллаксов с тригонометрическими, что облегчит оценку значения этого метода.

Спектральный параллакс может быть определен для любого расстояния (здесь мы ограничены лишь инструментальными возможностями) и при этом с неизменяемой точностью.

В каталоге Маунт-Вильсон [7], который содержит определение абсолютных величин 4179 звезд, вероятная ошибка определения составляет  $\pm 0^m.27$ , что по вышеуказанной формуле дает следующую относительную погрешность для параллакса:

$$\frac{d\pi}{\pi} = \pm 0.12,$$

т. е. каков бы ни был параллакс, его вероятная ошибка составит  $\pm 12\%$  его величины; с уменьшением параллакса уменьшается и его вероятная ошибка. Следовательно точность определения спектрального параллакса не зависит от расстояния. Этого нельзя сказать о тригонометрическом параллаксе, так как здесь вероятная ошибка определения остается постоянной для любого значения  $\pi$  и, таким образом, точность тем меньше, чем меньше параллакс.

Из вышесказанного вытекает, что существует какое то расстояние, для которого точность определения тригонометрического параллакса уравнивается с точностью спектрального и дальше этого расстояния спектральные параллаксы точнее. Это расстояние, если считать вероятную ошибку определения тригонометрических параллаксов в среднем около  $\pm 0''.009$  и вероятную ошибку определения абсолютных величин  $\pm 0^m.27$ , составляет всего 14 пс, в то время как при определениях спектральных параллаксов проникают в настоящее время до 2000—3000 пс. Однако, строго говоря, не следует забывать о достаточно больших погрешностях, вносимых в определения спектральных параллаксов неточным знанием поглощения света, хотя последнее не сказывается на определениях самих абсолютных величин.

\* Осевое вращение звезд было обнаружено значительно раньше, но его непосредственное исследование стало возможным лишь после того как академиком Г. Шайном и О. Струве и Эльви были выяснены в общих чертах физические причины расширения линий. История вопроса изложена в работе Шайна и Струве [48], а также в обзорной статье Струве [49].

К сказанному нужно добавить и то обстоятельство, что параллаксы определяются спектральным методом на много легче, чем тригонометрическим и, что при этом имеется возможность массового определения спектральных параллаксов. Этим и объясняется то, что в настоящее время главную массу звезд, параллаксы которых известны (сводный каталог звездных параллаксов ГАИШ к сегодняшнему дню содержит 25000 звезд [8]), составляют звезды, для которых параллаксы определены спектральным методом.

Это сопоставление указывает на большие перспективы спектрального метода определения параллаксов звезд. В самом деле, этот метод терпел многие усовершенствования со дня его открытия и будет развиваться и в дальнейшем. Сперва астрономы пользовались только спектрами, получаемыми со щелевым спектрографом, но далее было выяснено, что можно пользоваться и спектрами, получаемыми с объективной призмой.

Применение объективной призмы делает метод еще более массовым, и при этом дает возможность распространить определения на более слабые звезды. Поэтому, несмотря на то, что этим путем получают спектры не очень уж высокого качества, в смысле обеспечения точности выводимых абсолютных величин,—применение объективных призм нашло большое распространение.

#### § 1. Основные работы, посвященные определениям абсолютных величин звезд классов В и А

Спектральный метод определения абсолютных величин звезд нашел широкое применение со дня его открытия и при этом подвергся многим видоизменениям и усовершенствованиям. В этом легко убедиться, если проследить те основные работы, которые были выполнены в этой области. К краткому обзору их мы и приступим, ограничиваясь однако только работами, относящимися к звездам классов В и А, поскольку настоящая работа касается только этих подразделений.

Обсерватория Маунт-Вильсон. Работы Адамса и Джоя.

Как было указано выше, открытый в 1914 году метод определения абсолютных величин, основанный на изменениях интенсивности некоторых металлических линий, оказался хорошо применимым только для звезд поздних спектральных классов. Вследствие этого, первые работы в этой области относились к звездам спектральных классов F—M и лишь только в 1922 г. вышла в свет работа Адамса и Джоя [2], в которой впервые рассматривался вопрос о применении спектрального метода определения абсолютных величин к звездам класса А.

В упомянутой работе авторы задались целью выяснить вопрос—может ли быть применен спектральный метод к звездам класса А. С этой целью были получены спектрограммы почти всех звезд класса А, принадлежащих движущимся скоплениям Тельца и Большой Медведицы. Затем звезды были сгруппированы по спектральному подклассу и—внутри каждого спектрального подкласса—по характеру спектральных линий, в частности, в зависимости от того, были ли спектральные линии размытыми или же резкими, каждый спектральный подкласс был разделен соответственно на две группы: *n* и *s*.

Из сопоставления результатов было установлено следующее соотношение между абсолютной величиной и спектральным типом, а также характером спектральных линий: абсолютная величина была тем больше, чем более ранним был спектральный тип, а для какого либо определенного спектрального типа—чем резче были линии.

Изучение было распространено на отдельные звезды типа А с известными тригонометрическими параллаксами и было найдено, что они обнаруживают ту же самую закономерность.

Следовательно, было ясно, что спектральный метод определения абсолютных величин применим и к звездам класса А. А именно, определение абсолютных величин для этих звезд сводилось к точному установлению спектрального типа с учетом характера спектральных линий.

Была составлена редуциционная таблица и определены абсолютные величины 544 звезд класса А. Точность определения параллаксов оказалась довольно удовлетворительной.

В этой работе Адамса и Джоя вне рассмотрения остаются звезды сверхгиганты. Авторы упоминают лишь о том, что в спектрах этих звезд интенсивности линий  $\lambda 4481$  и  $\lambda 4233$  значительно возрастают. Однако они не смогли установить определенную зависимость между интенсивностью этих линий и абсолютной величиной, так как не имели стандартных звезд (эти звезды не встречаются в потоках, применявшихся авторами, а тригонометрические параллаксы для них неопределимы).

В 1923 году Адамсом и Джоем [3] этот метод был распространен на звезды класса В. Была составлена аналогичная предыдущей редуциционная таблица на основе звезд движущихся скоплений и звезд с известными тригонометрическими параллаксами и определены абсолютные величины и параллаксы 300 звезд класса В.

Нужно заметить, что метод Адамса и Джоя—метод характера спектральных линий—требует наличия спектров высокого качества и таким образом применим только при пользовании спектрами, полученными со целевым спектрографом. Однако и в последнем случае, строго говоря, этот метод все же несколько грубоват, так как пользуясь им мы получаем не индивидуальную, а лишь среднюю спектральную абсолютную величину звезды, соответствующую ее спектральному подклассу и характеру линий.

Иеркская обсерватория — работа Дугласа [9].

Для определения абсолютных величин Дуглас пользовался спектрами, полученными со целевым спектрографом Брюса, установленным на 100-см рефракторе Иеркской обсерватории.

Чтобы избежать недостатков, присущих второму методу Адамса и Джоя, он попробовал применить первый метод этих авторов—метод интенсивности спектральных линий. Были подобраны следующие пары линий:  $\lambda\lambda 4215$  и  $4227$ ,  $4233$  и  $4227$ ,  $4535$  и  $4481$ ,  $4549$  и  $4481$ , отношения интенсивностей которых показали определенную зависимость от абсолютной величины. Оценка интенсивностей была глазомерной.

Кроме соотношений интенсивностей линий, автор пользовался также шириной спектральных линий  $\lambda 4481$ ,  $H\delta$  и  $K$ .

Спектры звезд классифицировались по спектральному подклассу и по группам  $n$  и  $z$ , согласно классификации Адамса и Джоя, но затем, для каждой группы отдельно, применялись вышеперечисленные критерии.

Естественно, что такой способ мог дать намного лучшие результаты, чем способ Адамса и Джоя. Действительно, вероятная ошибка определения абсолютных величин у Дугласа получилась  $\pm 0.75$ , т. е. почти того же порядка, что и для поздних классов на Маунт-Вильсоне [10] —  $\pm 0.74$ .

Итак, Дуглас определил абсолютные величины 200 звезд класса А. Обсерватория Нормана-Локиера — работы Эдвардса и Вудса.

Накопление наблюдательного материала в обсерватории Нормана-Локиера производилось на 30-см призмной камере, снабженной призмой с преломляющим углом в  $20^\circ$ . Дисперсия получаемого спектра была такая, что расстояние между  $H\beta$  и  $H\gamma$  равнялось 31.4 мм.

Работы Эдвардса касаются звезд класса В. В двух первых своих работах [11, 12] Эдвардс применил первый метод Адамса — метод интенсивности спектральных линий. При этом он направил свое внимание на так называемую диффузную серию гелия. Были выбраны линии гелия  $\lambda 4388$ ,  $\lambda 4144$  и  $\lambda 4472$ , которые сравнивались с  $H\gamma$ ,  $H\delta$  и  $H\epsilon$ , соответственно. Измерение интенсивностей производилось с помощью фотометрического клина. Стандартными звездами служили звезды с известными тригонометрическими и групповыми параллаксами. Построенные редуцированные кривые показывали определенную зависимость между соотношением вышеуказанных линий и абсолютной величиной. Сравнение полученных из этих кривых параллаксов с другими данными дало удовлетворительные результаты. Были определены параллаксы 200 звезд класса В.

Однако, этот метод оказался неприменимым для звезд последних подразделений класса В, где линии гелия слишком слабы.

Заметим, что как было показано в дальнейшем, интенсивность водородных линий также меняется с абсолютной величиной, как и интенсивность гелиевых линий, поэтому нежелательно пользоваться отношением их интенсивностей, так как этим более или менее компенсируется тот эффект, который показывает каждый из этих элементов в отдельности. Вообще, сравниваемые линии выбираются так, чтобы одна из них была нечувствительна к изменению абсолютной величины.

В дальнейшем Эдвардс [13, 14] решил применять второй метод Адамса и Джоя — метод характера спектральных линий, но только подвергнув его дальнейшим усовершенствованиям.

При спектральной классификации Эдвардс старался более, чем делали это Адамс и Джой, придерживаться системы HD. При этом он делил звезды каждого подкласса на пять групп, обозначаемых через  $ss$ ,  $s$ ,  $ns$ ,  $n$ ,  $nn$  в зависимости от того были ли линии очень узкими, узкими, нормальной ширины, размытыми или очень размытыми. Таким путем, в двух вышеуказанных работах, им определены спектральные параллаксы для 475 звезд класса В.

Результаты применения этого второго способа оказались совпадающими с результатами первого (интенсивность гелиевых линий) с очень незначительным систематическим расхождением [15]. Вторым способом Эдвардса Вудс [16] распространил на звезды класса А и определил параллаксы 300 звезд.

Обсерватория Маунт-Стромло — работа Риммера [17].

Наблюдательная аппаратура, применяемая Риммером представляет собой 22-см призмную камеру с фокусным расстоянием 3.5 м,

снабженную призмой с преломляющим углом  $32^{\circ}40'$ . Расстояние между  $H\beta$  и  $H\gamma$  получаемого спектра равно 52 мм.

Применив второй способ Эдвардса с некоторыми добавлениями, в частности, деля каждый подкласс по абсолютной величине не на пять, а на семь подгрупп, Риммер определил параллаксы 350 звезд В южного полушария.

Обсерватория в Упсале — работы Линдблада, Шалена и Эмана.

В этой обсерватории для определения абсолютной величины пользовались спектрами малой дисперсии, полученными с объективной призмой, с преломляющим углом  $9^{\circ}.7$ , монтированной на 15 см камере с фокусным расстоянием 1.5 м. Расстояние между  $H\beta$  и  $H\gamma$  получаемого спектра равнялось 1.4 мм. Малая дисперсия спектра, с одной стороны, ограничивает возможность применения различных критериев, но, с другой стороны, дает возможность распространить определения на более слабые звезды. В самом деле, в этой обсерватории определялись абсолютные величины звезд до  $10^m$ , в то время как в вышеперечисленных работах — до  $7^m$ .

В работах Линдблада и Шалена [18] для звезд классов В и А применен аналогичный использованному в предыдущих работах способ оценки характера спектральных линий, но здесь ввиду малой дисперсии спектров, рассматриваются лишь водородные линии. Не входя в подробности классификации, употребляемой авторами, упомянем только, что она дала возможность ее авторам определить параллаксы большого количества звезд.

Среди работ, исполненных в обсерватории Упсала для звезд классов В и А, большого внимания заслуживает работа Эмана [19].

Для звезд классов В, А и F им была найдена зависимость между интенсивностью водородных линий, цветовым эквивалентом и абсолютной величиной.

Измерение интенсивностей производилось на микрофотометре Схилта.

Автор рассматривал водородные линии  $H\gamma$  и  $H\delta$ , а для оценки цветового эквивалента — два следующих участка спектра:  $\lambda 3912$  и  $\lambda 4415$ . Измерение велось при такой ширине измерительной щели, которая вырезала из спектра полосу шириной в среднем в 20 Å. Такая полоска содержит главную часть даже очень сильных водородных линий и таким образом характеризует полное поглощение в этих линиях.

Нужно заметить, что во время выполнения этой работы (1930 г.) только что утверждалось в астрономии мнение о наличии межзвездного поглощения света звезд, и автор мог так или иначе свободно пользоваться цветовым эквивалентом, не принимая во внимание межзвездного поглощения.

Но в настоящее время, когда мы располагаем столь богатыми данными о несомненном наличии межзвездной поглощающей материи, зная вместе с тем и ее свойства, необходимо, при оценке цветового эквивалента, учитывать влияние межзвездного избирательного поглощения. Очевидно, это потребовало бы знания последнего для исследуемых нами направлений в зависимости от расстояния. Как известно, избирательное поглощение так широко еще не изучено, но здесь возникает еще другое затруднение, а именно, — чтобы учесть влияние поглощения нужно знать абсолютную величину звезды, определение которой и является целью самой работы.



Однако, у ранних звезд цветовой эквивалент меняется лишь в зависимости от спектрального подкласса, а внутри данного подкласса он практически не меняется [20]. Следовательно, применением цветowych эквивалентов достигалось исключение влияния зависимости интенсивности водородных линий от спектрального подкласса, но этого можно достичь и без применения цветового эквивалента. Последний вопрос будет рассмотрен нами позже.

В упомянутой работе Эманоном определена абсолютная величина около 800 звезд спектральных классов В, А и F.

Гарвардская обсерватория—работы Энджер, Пейн. Наблюдение велось с объективной призмой, монтированной на 32.5-см телескопе Бойдена.

С помощью микрофотометра были исследованы линии  $H_\gamma$  и  $H_\delta$  у звезд движущегося скопления Скорпиона-Центавра и нескольких рассеянных скоплений. Была установлена достаточно четкая зависимость между средней интенсивностью и абсолютной величиной.

Пользуясь этой зависимостью, упомянутые авторы определили абсолютные величины нескольких сот звезд [21, 22, 23].

Обсерватория Виктория—работа Р. М. Петри и С. Д. Маунзеля.

Работа Петри и Маунзеля [24], которая опубликована в 1950 г. несомненно является наиболее совершенной по сравнению со всеми предыдущими работами.

Эта работа отличается тем, что в качестве критерия абсолютной величины здесь использовано полное поглощение или эквивалентная ширина линии  $H_\gamma$ . В качестве стандартных звезд применялись звезды с известными тригонометрическими, динамическими, спектральными и групповыми параллаксами. На основе 169 звезд построена редуциционная кривая, показывающая довольно четкую зависимость между эквивалентной шириной линии  $H_\gamma$  и абсолютной величиной. Пользуясь полученной редуциционной кривой, заново определены абсолютные величины тех же 169 звезд.

Предусмотрена зависимость полного поглощения линии  $H_\gamma$  от спектрального подкласса и указан путь для исключения влияния этой зависимости.

Крымская астрофизическая обсерватория—работа Л. С. Галкина.

Плановое развитие астрономической науки в СССР выдвинуло вопрос о постановке исследований по спектральным параллаксами. Оборудование Абастуманской астрофизической обсерватории и Крымской астрофизической обсерватории оказалось подходящим для ведения этих работ.

В Абастуманской обсерватории подобная работа ведется с 1946 г. и о ней мы будем говорить в дальнейшем. Здесь же прежде всего охарактеризуем вкратце работу Крымской астрофизической обсерватории, лишь недавно начавшей работу в этой области.

Л. С. Галкиным [25] была выполнена двухмерная классификация около 1000 звезд подклассов В—М, на основе спектров полученных с очень малой дисперсией (310 Å/мм в интервале  $H_\beta$ — $H_\gamma$ ).

Наблюдение велось на 40/160-см астрографе в комбинации с 7°-объективной призмой. Малая дисперсия спектра давала возможность охва-

тить более слабые звезды (до 12 зв. величины), что и было главной целью работы.

По спектрам стандартных звезд были установлены критерии для определения первого и второго спектральных параметров.

Для быстроты был применен метод глазомерной оценки интенсивностей спектральных линий.

Очевидно, для индивидуальных звезд глазомерный метод определения интенсивностей линий не может конкурировать с объективным методом. Однако, он дает возможность массового определения абсолютных величин и тем самым может служить многим статистическим задачам звездной астрономии.

Сравнение полученных результатов с другими данными показало хорошее согласие между ними. Среднее отклонение  $M_{\text{тр}} - M_{\text{сп}} = \pm 0.5$ .

Довольствуясь кратким описанием основных работ, укажем на статьи П. П. Паренга [26], И. Берто [27] и Д. Хофлейта [28], в которых изложены характеристики некоторых работ и список всех каталогов спектральных абсолютных величин, вышедших до опубликования указанных статей.

## § 2. Задача и план работы

В Абастуманской астрофизической обсерватории уже в 1946 году, под руководством М. А. В а ш а к и д з е, было положено начало практическим работам по определению спектральных параллаксов относительно слабых звезд на основе спектров малой дисперсии.

Актуальность этих определений с точки зрения интересов астрофизики и звездной астрономии и наличие в Абастуманской обсерватории подходящей аппаратуры возбудили интерес к этим работам. Наряду с этим, необходимость их осуществления диктовалась и тем, что еще с 1939 г. в Абастуманской обсерватории ведется планомерная работа по изучению межзвездного поглощения света. Решение этой проблемы, как известно, требует знания точных абсолютных величин. В ряде отдельных задач ощущалась необходимость ведения подобных определений непосредственно в нашей обсерватории в отношении звезд, входящих в исследования поглощения.

Уже в 1947—1948 году была осуществлена первая работа Н. Б. К а л а н д а д з е [29], относящаяся к звездам поздних спектральных классов G и K.

В результате ее было выяснено, что аппаратура, имеющаяся в Абастуманской обсерватории дает возможность определения абсолютных величин звезд с достаточной точностью.

Естественно, что имелось стремление охватить определениями спектральных параллаксов и звезды ранних спектральных классов. Успешное завершение первого опыта и актуальность задачи привели нас к попытке распространить определения на звезды типа F, A, а затем и B.

В 1948 году мы приступили к работе, которая в начале предполагала распространение определения абсолютных величин на звезды спектральных классов F и A [30]. Но наши возможности пока оказались весьма ограниченными для того, чтобы сразу решить эту задачу для класса F, который как будет показано ниже, обнаруживает особые трудности в смысле данных определений. Поэтому мы распространили наши определения лишь на звезды A7—B5.

Таким образом, настоящая работа касается звезд подклассов В5—А7. Для решения поставленной задачи был составлен следующий план работы:

1. Подбор критериев абсолютной величины соответственно нашей аппаратуре.
2. Выбор стандартных звезд, т. е. звезд с известными тригонометрическими параллаксами так, чтобы редуционная кривая перекрывала весь интервал изменения  $M$  и в то же время по возможности равномерно покрывалась точками.
3. Накопление наблюдательного материала как для стандартных звезд, так и для исследуемых площадей Каптейна.
4. Спектрофотометрическая обработка наблюдательного материала.
5. Построение редуционных кривых.
6. Определение абсолютных величин звезд подклассов В5—А7 в шести площадках Каптейна.

### § 3. Наблюдательная аппаратура

Накопление наблюдательного материала производилось при помощи объективной призмы, с преломляющим углом  $15.5^\circ$ , монтированной на 20-см камере 40-см рефрактора Абастуманской обсерватории. Камера имеет сложный четырехлинзовый объектив с фокусным расстоянием в 1 метр. Светосила камеры 1:5. Линейная дисперсия получаемого спектра  $115 \text{ \AA/мм}$  около  $H\gamma$ . При двухчасовой экспозиции получают годные для измерения спектры звезд до 9.5 звездной величины; в особенности это можно сказать о звездах ранних спектральных классов.

Призма установлена на камере на угол наименьшего отклонения— $10^\circ 30'$ .

Чтобы получить данную звезду на главной оптической оси, т. е. в центре пластинки, приходится всю камеру наклонять на угол  $\pm 10^\circ 30'$  по склонению; знак + или — берется в зависимости от восточного или западного положения телескопа.

При фотографировании необходимо дать спектру некоторое расширение. Так как спектр растягивается по склонению, то расширения по направлению прямого восхождения можно достигнуть ускорением или замедлением часового механизма. Однако если червяк часового механизма имеет периодическую ошибку, то получается неравномерное почернение спектра, в особенности если экспозиция не очень длинная, что может вызвать ошибку в оценке отношений интенсивностей, сравниваемых спектральных линий, тем более, если последние значительно удалены одна от другой.

Несмотря на то, что часовой механизм 40-см рефрактора придает инструменту довольно равномерное движение, для достижения более равномерного почернения спектра мы старались, независимо от продолжительности экспозиции, проводить по несколько раз гидировочную звезду между двумя нитями окулярного микрометра. Если примем во внимание и то обстоятельство, что сравниваемые линии, использованные нами в настоящей работе, расположены очень близко одна от другой, то можем утверждать, что вышеуказанная ошибка в нашем случае не имела места.

То, что при фотографировании звезда гидирования удалена на  $\pm 10^\circ 30'$  по склонению от фотографируемой звезды, может вызвать ухудшение гидирования для последней вследствие различия рефракций между ними (подразумевается гидирование по  $\delta$ .)

Перемещение звезды по  $\delta$  может быть вызвано кроме рефракции и неправильной установкой инструмента. Хотя последняя почти одинаково сказывается как на гидировочной звезде, так и на фотографируемой, но частое корректирование при гидировании приводит к ухудшению резкости спектральных линий. Нужно отметить, что в течение времени накопления всего наблюдательного материала, мы часто проверяли установку инструмента и исправляли ее в случае необходимости. В результате этого в течение 25—30 минут звезда практически не перемещалась по  $\delta$ .

Стандартные звезды до 5-ой зв. величины не требовали гидирования по  $\delta$ , так как они фотографировались с экспозициями, не превышающими 4-х минут. Что касается площадок Каптейна, для которых применялись экспозиции от 1 до 2-х часов, нами было вычислено максимальное значение дифференциальной рефракции для выяснения вопроса — может ли последнее вызвать ухудшение гидирования.

Очевидно, дифференциальная рефракция достигает максимальной величины, когда  $\delta$  минимально, экспозиция максимальна и наблюдение начинается или же кончается на меридиане. Исходя из наших данных —  $\delta = +44^\circ$ , экспозиция — 2 ч. (см. таблицы II и XVI), для дифференциальной рефракции получается значение равное  $3''$ . Последнее может вызвать (в нашем случае) расширение спектральной линии до  $2\text{\AA}$ . Однако, как увидим в дальнейшем, в настоящей работе мы имеем дело с измерением таких интенсивных линий, какими являются водородные линии Бальмера; при этом ширина измеряемой полоски в этих линиях равняется в среднем  $18\text{\AA}$ , вследствие чего вышеуказанным расширением можно пренебречь.

Так как одной и той же величине дуги суточной параллели, при переходе от экватора к полюсу, соответствуют разные линейные размеры, то наклон камеры на угол  $\pm 10^\circ 30'$  от фотографируемой звезды, может привести к следующему: если водить гидировочную звезду в гиде (в качестве которого служит 40-см рефрактор) всегда между двумя фиксированными нитями окулярного микрометра, то перемещение в камере т. е. расширение спектра на пластинке получится разным в зависимости от склонения фотографируемой звезды.

Для целей настоящей работы нет необходимости иметь спектры в точности одинаковой ширины. Главное здесь в том, чтобы ширина спектра перекрывала высоту применяемой при измерении щели микрофотометра. Но излишнее расширение спектра уменьшает проникаемость инструмента; поэтому мы старались получать спектры приблизительно одинаковой и заранее выбранной ширины. Этого мы достигали перемещением гидировочной звезды в гиде на разные интервалы в зависимости от  $\delta$ .

Хроматическая аберрация объектива камеры с призмой была исследована Н. Б. Каландадзе [29].

Выяснилось, что в пределах длин волн от  $\lambda 4000\text{\AA}$  до  $\lambda 4400\text{\AA}$  наша аппаратура почти ахроматична. Вследствие этого, участок спектра от  $\lambda 3900\text{\AA}$  до  $\lambda 4500\text{\AA}$  практически одновременно получается в фокусе. Последний и является нашим рабочим участком.

#### § 4. Основной наблюдательный материал

Основной наблюдательный материал охватывает стандартные звезды подклассов B5—A7, на основе которых строились редуцированные кривые

4. შპსთ. ასტროფიზ. ობს. ბოულ., № 15

и 6 площадок Каптейна, где мы производили наши определения абсолютных величин.

Накопление наблюдательного материала продолжалось с апреля 1948 года по октябрь 1950 года.

Наблюдения производились в совершенно безлунные ночи, характеризующиеся при этом хорошей прозрачностью.

Ввиду того, что было замечено изменение фокуса камеры с призмой в зависимости от сезонного изменения температуры, мы часто проводили контрольную фокусировку, вследствие чего всегда получались хорошо отфокусированные спектры.

Фотоматериалом служили пластинки Ильфорд-Зенит (чувствительность—700 по Х. Д.), размером  $9 \times 12$  см, что соответствует для нашего инструмента площади  $5^\circ \times 7^\circ$ .

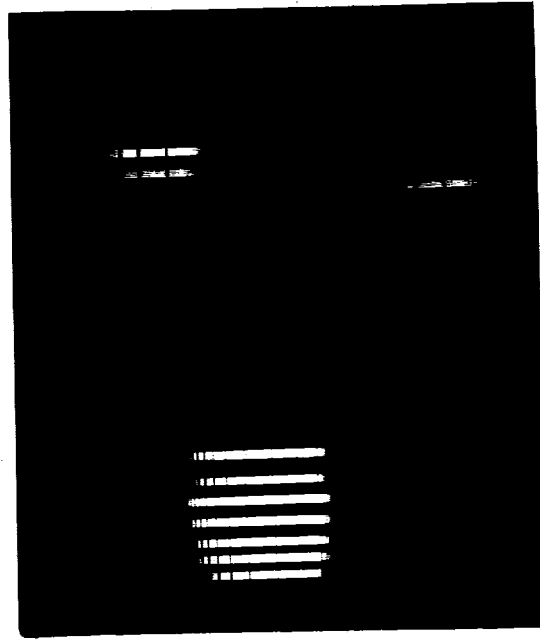
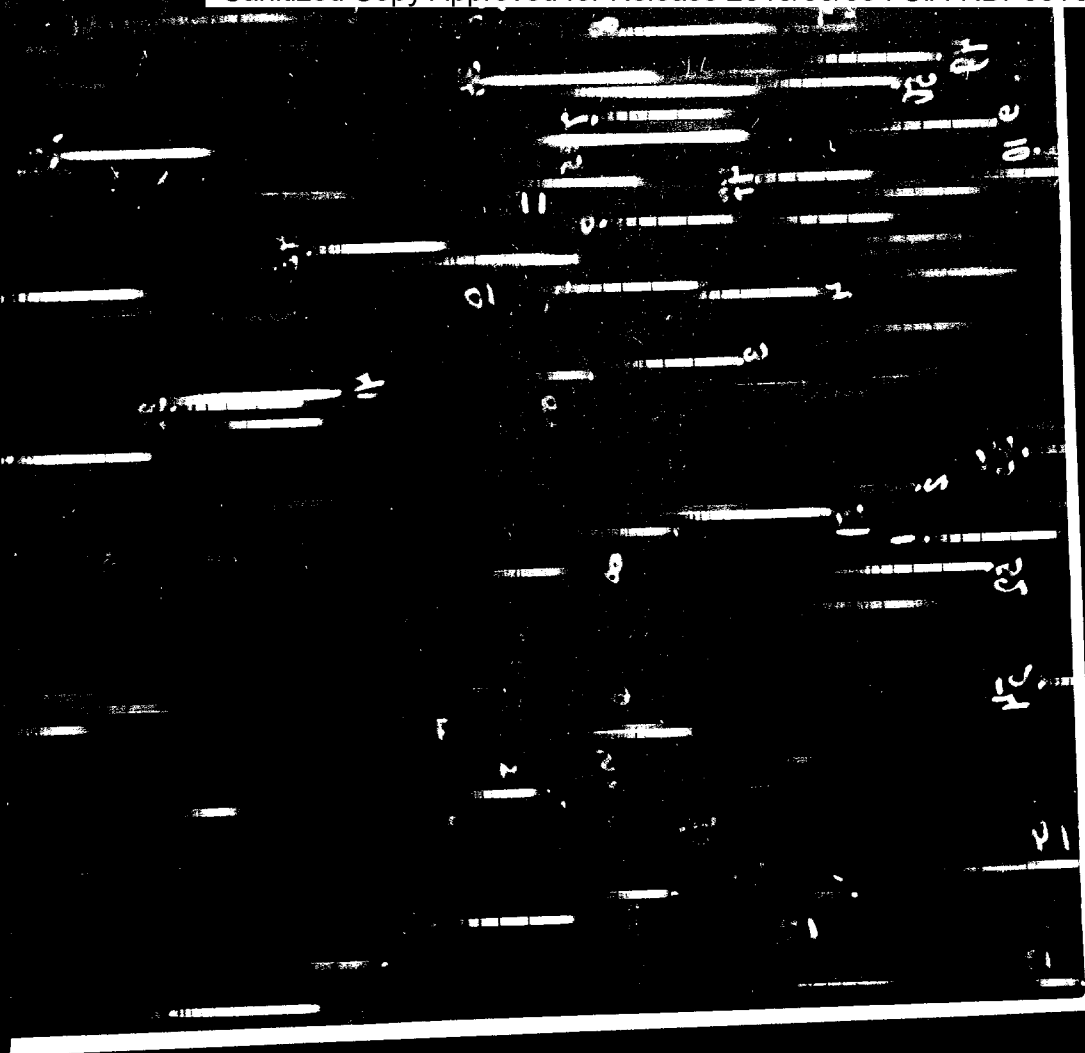


Фото 1 змфм

Естественно, что нам приходилось получать негативный материал отдельно для каждой стандартной звезды; однако, изредка бывало, что 2—3 из них имели очень близкие друг к другу координаты и таким образом одновременно получались на одном и том же негативе. Как уже было упомянуто, стандартные звезды фотографировались с экспозициями, достигающими до 4 минут, что давало возможность получить на одной и той же пластинке, без сколько нибудь заметного увеличения фона последней, последовательность нескольких изображений спектров с разными экспозициями. Из них при измерении выбирались только спектры нормального почернения; для каждой стандартной звезды приходилось 3—5 таких спектров.

Таким путем для 60 стандартных звезд было получено всего 52 негатива (таблица I).



Для каждой площадки Каптейна нами получено 3 или 4 негатива. Экспозиция ограничивалась 1—2 часами. Такие экспозиции давали возможность получать годные для измерения спектры, т. е. спектры нормального почернения для звезд от 7.0 до 9.5 зв. величины.

Фото II

Для 6 площадок Каптейна получено всего 20 негативов (таблица II). Нами получен также наблюдательный материал для стандартных звезд класса F и для выяснения других, связанных с настоящей работой вопросов, но о них мы будем упоминать в дальнейшем, по мере надобности.

Чтобы дать наглядное представление о качестве наших спектров, мы помещаем тут же две фотографии наших спектрограмм, увеличенных в

Таблица I ცხრილი

№№	№ негатива ფილმის ნომერი	Дата თარიღი	Объект ობიექტი	Экспозиция გეგმობილია	Среднее საშუალო
1	2397	7.IV.1948	δ Her	$2m+4m+6m+9m+1m$	20° 07'
2	2406	9.IV.	ν Ser	$2m+5m+7m+10m+13m$	38 12
3	2257	5.X.	ζ Del, δ Del	$2m+4m+7m+9m+12m$	50 21
4	2259	—	τ Peg	$3m+5m+7m+11m+15m$	35 42
5	2563	—	ψ Per	$30s+1m+1m30s+2m30s+5m$	25 50
6	2566	—	PGC 786	$2m+4m+7m+11m$	20 47
7	2572	29.X.	α Aql	$20s+40s+1m+1m40s+3m$	42 00
8	2578	—	13 Mon	$2m20s+5m+7m+12m$	34 20
9	2670	28.II.1949	η Leo	$25s+1m+25s+25s+1m+1m30s$	25 50
10	2671	—	δ UMa	$50s+55s+1m40s+2m35s+30s+30s$	19 19
11	2672	—	ζ UMa, 80 UMa	$30s+15s+15s+30s+43s+1m+2m20s$	21 52
12	2673	—	β Leo	$15s+10s+20s+28s+30s+10s+1m$	27 07
13	2674	—	ζ Vir	$35s+35s+1m12s+1m+2m13s$	42 57
14	2675	—	α CrB	$23s+20s+23s+8s+30s+1m$	30 27
15	2676	—	γ UMa	$15s+15s+30s+40s+30s+35s+1m$	24 38
16	2683	4.III.	6 Com	$1m+1m40s+1m50s+2m25s+3m+4m$	33 35
17	2684	—	78 Vir	$1m+1m+1m30s+2m+2m40s+4m+5m$	40 27
18	2687	20.III.	4 Vir	$1m+2m15s+3m35s+4m15s+5m$	33 04
19	2688	—	π Vir	$1m+1m35s+1m55s+3m10s+4m30s$	35 36
20	2689	—	λ UMa	$35s+1m15s+2m30s+2m20s+3m40s+1m10s$	34 10
21	2691	21.III.	γ Crt	$1m20s+1m+1m30s+2m15s+3m+5m$	58 56
22	2705	27.III.	α CVn	$13s+23s+23s+35s+1m+1m30s+2m$	31 14
23	2706	—	13 Com, 16 Com, 14 Com	$1m13s+2m18s+3m+2m20s+4m+5m$	27 37
24	2710	23.IV.	26 UMa	$10s+35s+35s+45s+1m10s+2m+3m$	17 15
25	2712	—	δ Crv	$18s+18s+30s+1m+1m+1m50s+2m+3m$	57 47
26	2782	5.VII.	λ Aql, 14 Aql	$10s+15s+22s+44s+1m10s+2m20s+3m$	48 14
27	2784	—	α Del	$10s+15s+25s+1m15s+1m35s+2m+3m$	27 30
28	2785	—	28 Vul, 27 Vul	$30s+50s+2m15s+1m20s+3m+4m30s$	22 28
29	2859	20.VIII.	ο Aqr	$10s+20s+30s+40s+50s+1m+1m30s$	44 54
30	2864	22.VIII.	64 Peg	$20s+40s+1m+1m50s+2m20s+3m+4m$	11 11
31	2865	—	29 Psc	$20s+50s+1m20s+2m10s+3m+3m40s$	45 19
32	2866	—	4 Lac, 2 Lac	$15s+30s+25s+1m+1m30s+2m+2m30s$	24 54
33	3022	26.XI.	11 Ori	$30s+50s+1m10s+1m25s+2m+2m10s+2m50s$	26 52
34	3026	—	β CMi	$9s+40s+20s+50s+1m30s+2m+2m25s$	36 00
35	3027	12.XII.	41 Ari	$9s+12s+27s+36s+43s+52s+1m20s$	20 34
36	3028	—	ξ Tau	$9s+18s+27s+36s+40s+52s+1m20s$	35 00
37	3030	13.XII.	ζ Peg	$9s+18s+27s+36s+40s+52s+1m20s$	38 00
38	3031	—	58 Peg	$50s+30s+1m40s+1m20s+30s+2m$	38 55
39	3032	—	34 Psc	$1m30s+2m+2m30s+3m+3m50s+2m$	35 50
40	3033	—	87 Psc	$2m+2m30s+3m+3m30s+2m+4m$	30 07
41	3034	—	λ Cet	$25s+30s+40s+50s+1m+1m10s+2m+3m$	34 44
42	3035	—	PGC 975	$1m+1m30s+2m+2m30s+3m+3m30s$	32 06
43	3037	—	90 Tau	$1m+1m30s+2m+2m30s+3m+3m30s$	33 09
44	3053	20.III.1950	α Leo	$10s+20s+30s+40s+50s+1m+1m30s+2m$	41 24
45	3055	—	φ Her, ν Her	$35s+25s+18s+44s+55s+1m+1m9s$	24 54
46	3073	17.IV.	ζ Dra	$9s+18s+27s+36s+43s+55s+1m5s+1m30s$	39 00
47	3077	—	1 Vul	$18s+27s+35s+50s+1m+1m10s+1m20s+2m$	32 32
48	3080	22.IV.	67 Oph	$9s+18s+27s+35s+44s+53s+1m10s$	48 19
49	3081	—	σ Cyg	$9s+18s+27s+35s+44s+53s+1m10s$	52 16
50	3120	14.VI.	α Oph	$10s+20s+30s+40s+50s+1m+1m20s+1m30s$	29 29
51	3123	—	5 Aqr	$1m+1m+1m30s+1m50s+2m+2m30s+3m$	50 20
52	3276	18.X.	β Ori	$2s+4s+6s+2s+3s+8s+5s+8s$	52 10



Таблица II ცხრილი

№	№ негатива ფოტოგრაფის ნომერი	Дата თარიღი	Объект ობიექტი	Экспозиция ექსპოზიცია	z Среднее საშუალო
1	2546	9.IX.1948	KA 20	1h	22°45'
2	2547	—	KA 41	1h30 <sub>m</sub>	28 00
3	2549	26.IX.	KA 41	2h	6 16
4	2550	27.IX.	KA 20	2h	20 00
5	2551	4.X.	KA 41	1h44 <sub>m</sub>	25 18
6	2553	—	KA 20	1h38 <sub>m</sub>	33 00
7	2565	8.X.	KA 22	2h	23 55
8	2567	—	KA 25	2h	18 33
9	2574	29.X.	KA 22	2h2 <sub>m</sub>	23 39
10	2576	—	KA 25	2h	20 55
11	2586	31.X.	KA 23	2h5 <sub>m</sub>	39 00
12	2587	—	KA 26	2h	46 30
13	2588	—	KA 26	2h	22 30
14	2781	3.VII.1949	KA 41	2h	21 15
15	3219	6.IX.1950	KA 20	2h	31 45
16	3222	12.IX.	KA 22	2h	31 21
17	3223	—	KA 23	2h	17 30
18	3270	17.X.	KA 23	1h40 <sub>m</sub>	22 45
19	3274	18.X.	KA 25	1h30 <sub>m</sub>	22 00
20	3275	18.X.	KA 26	1h16 <sub>m</sub>	13 20

2 раза (фото I, где представлена серия снимков стандартных звезд с разными экспозициями, и фото II, воспроизводящее KA 41).

Стандартизация и проявление пластинок. Для стандартизации пластинок применялись шкалки, получаемые со ступенчатой щелью на щелевом спектрографе Тепфера, пользуясь при этом вспомогательным источником света — электрическим светом, даваемым щелочными аккумуляторами, которые обеспечивают хорошую стабильность накала. Последний все время поддерживался в 110 вольт.

Равномерное освещение щели спектрографа достигается следующим образом: внутри ящика довольно большой величины равномерно расположены 5 электрических лампочек одинакового накала, 120 вольт каждая; свет идущий в направлении щели спектрографа проходит через матовое стекло, которое таким образом играет роль равномерно освещенного экрана; дополнительно к этому, перед щелью расположено молочное стекло.

Пользование постоянным источником света дает возможность, во-первых, установить раз навсегда экспозицию, при которой получается нормальный участок почернения характеристической кривой для данной длины волны, и, во-вторых так как в этом случае мы имеем дело с непрерывным спектром, без препятствия, обусловленного спектральными линиями, — измерять довольно широкие полосы в любом участке спектра. Последнее обстоятельство, как мы увидим в дальнейшем, важно для настоящей работы.

Щель имеет семь ступеней. Из них две крайние имеют одинаковую ширину, что дает возможность проверять насколько равномерно по высоте освещалась щель при фотографировании. Таким образом остаются шесть разных ступеней, ширины которых равняются: 2.890 мм, 2.065 мм, 1.440 мм, 1.016 мм, 0.822 мм, 0.366 мм, а логарифмы интенсивностей — 0.90, 0.75, 0.60, 0.45, 0.35, 0.00 соответственно. Здесь, как это вообще де-

ляется, интенсивность одной из ступеней, в частности с шириной 0.366, условно принята за единицу, а интенсивности остальных определены относительно нее.

При каждом проявлении негативов, одновременно проявлялись три шкалки, полученные при разных удалениях освещенного экрана от щели спектрографа, с экспозицией 10 минут каждая. Это давало возможность получать нормальный участок характеристической кривой для каждой употребляемой нами длины волны.

Известно, что значение коэффициента контрастности мало зависит от времени экспозиции, т. е. форма характеристических кривых в довольно широком интервале времен экспозиции практически остается неизменной. В этом и находим мы оправдание тому обстоятельству, что шкалки брались не с той экспозицией, с которой получались негативы. Разумеется, равенство экспозиций было трудно осуществимо, так как, начиная со стандартных звезд и кончая исследуемыми звездами площадок Каптейна, мы пользовались довольно разными экспозициями, доходящими в то же время до 2-х часов. Если примем во внимание, что мы имеем дело со сравнительной спектрофотометрией, где для сравниваемых линий применяются одни и те же характеристические кривые, то тем более не обязательно, чтобы время экспозиции получения шкалки равнялось времени экспозиции, с которым получены обе сравниваемые линии.

Как было упомянуто, для площадок Каптейна мы применяли экспозиции доходящие до 2-х часов. В последнем случае фон пластинки сам по себе заметно выявляется. Поэтому желательно было бы проявлять пластинки в таком проявителе и при таких условиях проявления, которые обуславливали бы минимальную вуаль проявления.

После нескольких проб мы остановились на метоло-гидрохиновом проявителе, составленном по следующему рецепту:

1. Метол . . . . . 6 гр.
2. Сульфит На кристаллический . . . . . 50 гр.
3. Гидрохинон . . . . . 6 гр.
4. Сода кристаллическая . . . . . 40 гр.
5. Бромистый калий . . . . . 4 гр.
6. Вода дистиллированная . . . . . 1000 см<sup>3</sup>.

К полученному раствору добавляется 1500 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

Температура проявления была +18°C, а продолжительность—8 минут.

Нужно заметить, что в таблице I выделяются несколько звезд, для которых применены сравнительно большие экспозиции. Эти случаи относятся к тому периоду, когда мы еще только разрабатывали вопросы проявления.

Проявитель изготовленный по вышеприведенному рецепту, характеризуется умеренным темпом проявления, с достаточно высокой контрастностью и небольшой вуалью проявления. Последняя почти не сказывалась на негативах, так как при этом была использована совершенно новая партия фотоматериала, полученная в 1948 году.

Проявление велось в строго постоянных условиях и по возможности всегда со свежим проявителем, который хранился в полной темноте. В зимние сезоны мы нагревали фотокомнату до температуры проявления.

для того, чтобы за время проявления проявитель не остывал. Это важно, так как понижение температуры во время проявления, как подтвердили опыты Е. К. Харадзе [31] вызывает изменения вида и параметров характеристической кривой.

Фиксирование мы производили фиксажем, приготовленным по следующему рецепту:

1. Гипосульфит . . . . . 250 гр.
2. Сульфит Na кристаллический . . . 30 гр.
3. Серная кислота . . . . . 2.5 см<sup>3</sup>
4. Вода дистиллированная . . . . . 1000 см<sup>3</sup>

При свежем фиксаже для фиксирования достаточно было 10—15 минут, но не всегда применялся совершенно свежий фиксаж, поэтому мы держали пластинки в фиксажном растворе не менее 25 минут.

### § 5. Стандартные звезды

Для получения редуцированных кривых мы брали, в качестве стандартных, звезды с известными тригонометрическими параллаксами. Но, все-таки, во многих случаях, мы были вынуждены применять звезды, для которых были известны лишь спектральные параллаксы. Это касается сверхгигантов, для которых совсем нет тригонометрических параллакс, и звезд класса В, где лишь для нескольких звезд имеются надежные тригонометрические параллаксы. В обоих случаях мы пользовались данными сводного каталога звездных параллакс Гос. астрономического института имени Штернберга (ГАИШ), составленного П. П. Паренaго, т. к. этот каталог, основанный на всех опубликованных к настоящему дню определениях звездных параллакс, справедливо считается наиболее надежным в настоящее время. Некоторые сведения об этом каталоге даются в вышеуказанной статье П. П. Паренaго [26].

Заметим, что мы не решились воспользоваться групповыми параллаксами звезд, ввиду возникающих в последние годы сомнений, связанных с тем, что звезды, принадлежащие к движущимся скоплениям, обнаруживают отличную от обычных звезд физическую природу. Основой таких сомнений является замеченное многими авторами различие редуцированных кривых, соответствующих обычным звездам и звездам движущихся скоплений. Для наглядности приведем редуцированные кривые, полученные Эманом [19] (рис. 1); 1-ая кривая соответствует звездам скопления Плеяд, а 2-ая обычным звездам.

При выборе стандартных звезд мы обращали внимание на то, чтобы редуцированная кривая обнимала весь интервал изменения  $M$  и в то же время по возможности равномерно покрывалась точками. Для этой цели мы пользовались каталогом Шлезингера [32] и атласом Моргана и его сотрудников [33].

Список стандартных звезд дан в таблицах IIIa и IIIб.

В пятом столбце таблицы III даются видимые визуальные величины звезд из каталога HD. Заметим, что последние были сравнены с данными сводного каталога ГАИШ, в результате чего пришлось изменить только отмеченные звездочками зв. величины. Однако последние представляют визуальные величины ярких компонентов двойных звезд.

В шестом столбце даются спектральные типы по НД и из сводного каталога ГАИШ (СКГ), соответственно. В седьмом столбце—тригонометрические параллаксы из сводного каталога ГАИШ ; в восьмом—визуальные абсолютные величины, соответствующие последним. В девятом

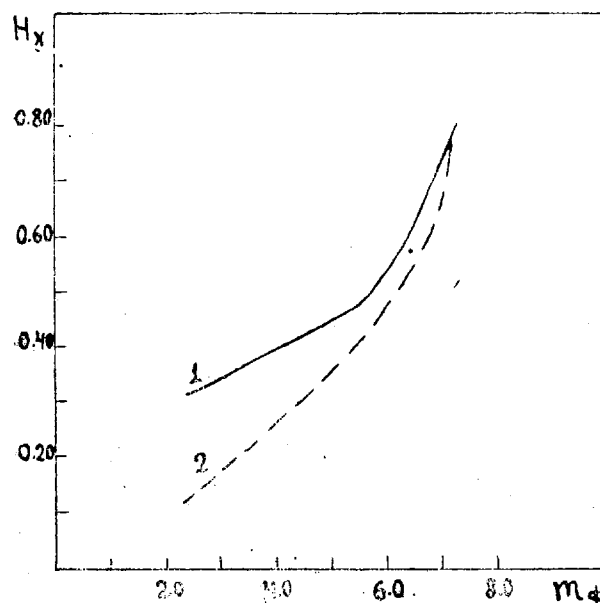


Рис. 1 б.б.

столбце приводятся спектральные визуальные абсолютные величины из сводного каталога ГАИШ и в десятом столбце—веса, соответствующие последним.

Заметим, что тригонометрические параллаксы, меньше  $+0''.011$ , нами не применялись ввиду ненадежности таковых.

Использованные нами абсолютные величины набраны курсивом.

Как видно из таблицы III, имеется только один случай-звезда  $\gamma UMa$ , —когда мы, несмотря на то, что имели тригонометрический параллакс, больший чем  $+0''.011$ , все же применили спектральную абсолютную величину. Дело в том, что если пользоваться  $M_{\text{тр}}$ , эта звезда не укладывается на наших редуционных кривых. С другой стороны, в сводном каталоге ГАИШ для нее дается истинное расстояние, равное 20 пс, что соответствует абсолютной величине  $M_{B,\text{сн}} = +0.3$ , а не  $M_{B,\text{тр}} = -1.3$ , т. е. нужно думать, что первое скорее соответствует действительности, чем второе.

Чтобы убедиться насколько надежно использование спектральных параллаксов, мы применили последние и в той части редуционной кривой (класс A), где у нас имелось достаточное количество звезд с тригонометрическими параллаксами. Как показало построение редуционных кривых, применение спектральных параллаксов вполне надежно. (См.

Таблица III-a ცხრილი

№	Звезда განმარტებული	$\alpha_{1900}$	$\delta_{1900}$	$m_B$ HD	$\frac{C_H}{HD}$ CKT	$\pi$ pr	$M_{B,pr}$	$M_{B,cl}$ CKT	Вес გრძს	$M_{B,cl}$ A6	$\frac{E_{\lambda-A}}{H_2}$ $\frac{H_2}{H_1}$	$I_2$ g
1	34 Psc	06.41 m9	+10°35'	5 m5	B8	—	—	+0 m2	6.0	+0 m4	9.2	4.0
2	87 Psc	1 08 8	+15 36	5 8	B8	—	—	+0 1	8.0	+0 5	6.5	3.8
3	4 Cer	2 54 4	+8 31	4 7	B5	—	—	+0 2	9.0	+0 1	6.0	4.2
4	5 Tau	3 21 7	+9 23	3 8	B8	—	—	+0 4	6.0	+0 1	9.4	4.0
5	6 Per	3 29 4	+47 51	4 3	B5 p	—	—	+1 3	7.5	+1 1	4.4	4.0
6	PGC 975	4 09 2	+9 46	5 2	B8	—	—	+0 3	4.0	+0 3	7.5	3.8
7	11 Ori	4 58 9	+15 16	4 6	B9	+0" 012 ± 0" 005	0 m0	+0 4	4.5	+0 3	9.9	4.0
8	3 Ori	5 09 7	+8 19	0 6	B8 p	+ 0051	5 5	+0 4	2.0	+0 7	1.6	3.0
9	3 CMi	7 21 7	+8 29	3 4*	B8	+ 020	12	+0 4	9.0	+0 2	8.6	4.0
10	a Leo	10 03 0	+12 27	1 3	B8	+ 041	6	+0 3	11.0	+0 1	7.6	3.9
11	v Her	15 59 7	+46 19	4 6	B9	—	—	+0 2	3.0	+0 1	9.2	4.0
12	q Her	16 05 6	+45 12	4 3	B8 p	+ 012	7	+0 3	8.0	+0 3	9.9	4.0
13	ζ Dra	17 08 5	+65 50	3 2	B5	+ 039	7	+0 5	11.5	+1 0	8.2	4.4
14	67 Oph	17 55 6	+2 56	3 9	B5 p	+ 002	12	+1 7	13.0	+1 6	9.0	3.8
15	λ Aql	19 00 9	+5 02	3 6	B9	+ 026	4	+0 4	6.0	+0 4	10.8	4.0
16	1 Vul	19 11 9	+21 13	4 9*	B5	+ 016	8	+0 5	9.0	+0 4	7.4	4.3
17	27 Vul	20 32 8	+26 07	5 5	B9	—	—	+0 8	2.0	+0 2	9.3	3.9
18	28 Vul	20 34 2	+23 46	5 0	B5	—	—	+0 0	7.0	+0 0	6.4	4.2
19	a Del	20 35 0	+15 34	3 9	B8	+ 020	11	+0 4	9.0	+0 3	10.8	4.0
20	o Aqr	21 58 0	+2 38	4 7	B7 p	—	—	+0 2	8.0	+0 0	7.3	4.0
21	4 Lac	22 20 5	+48 58	4 6	B8	—	—	+1 8	4.0	+2 8	3.3	3.3
22	5 Peg	22 36 5	+10 19	3 6	B8	+ 003	14	+0 1	9.0	+0 4	8.9	4.0
23	58 Peg	22 05 0	+9 17	5 3	B8	—	—	+0 2	9.0	+0 0	7.6	3.9
24	64 Peg	23 17 0	+31 16	5 4*	B8	—	—	+0 4	4.0	+0 1	7.8	4.0
25	29 Psc	23 56 7	+3 35	5 2	B8	—	—	+0 1	5.0	+0 2	7.0	3.8

Таблица III-6 3660000

Звезда 3660000- м30	$\alpha_{1900}$	$\delta_{1900}$	$m_B$ HD	$\frac{C_p}{HD}$ CKT	$\pi_{\text{тип}}$	$M_{B,\text{тип}}$	$M_{B,\text{сп}}$ CKT	Вес Фобс	$M_{B,\text{сп}}$ Аб	$\frac{E_{\lambda}-A}{H\gamma}$	$lg g$
1 PGC 786	3 421 m9	+58°32'	4 m8	A0p	—	—	—4 m5	2.5	—5 m0	2.0	2.8
2 90 Tau	4 32 6	+12 19	4 3	A4	+0 m8	+0 m8	+1 3	12.8	+0 6	9.7	3.8
3 13 Mon	6 27 5	+7 24	4 5	A0p	—	—	—3 1	7.0	—2 6	5.4	3.3
4 26 UMa	9 28 0	+52 30	4 6	A0p	—	—	+0 7	4.3	+1 0	16.0	4.1
5 7 Leo	10 01 9	+17 15	3 6	A0p	—	—	—2 9	4.3	—2 9	4.5	3.2
6 2 UMa	10 11 1	+43 25	3 5	A2	—	—	+0 6	9.0	+1 3	13.9	4.0
7 7 Cr1	11 19 9	—17 08	4 1	A5	+0 6	+0 6	+1 2	3.0	+1 6	10.5	4.0
8 4 Leo	11 42 8	+8 48	5 2	A0	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 9	12.4	4.1
9 7 UMa	11 44 0	+15 08	2 2	A2	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	14.2	4.0
10 7 UMa	11 48 6	+54 15	2 5	A0	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.1
11 7 Vir	11 55 7	+7 10	4 6	A3	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	14.2	4.0
12 6 UMa	12 10 5	+57 35	3 4	A2	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
13 6 Com	12 10 9	+15 28	5 1	A2	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
14 13 Com	12 19 3	+26 39	5 1	A5	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
15 14 Com	12 21 4	+27 49	5 2	A5	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
16 16 Com	12 22 0	+27 22	5 0	A2	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
17 8 Crv	12 24 7	—15 58	3 1	A0p	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
18 5 CVn	12 51 3	+38 51	2 9	A0p	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
19 5 UMa	13 19 9	+55 27	3 1*	A2p	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
20 8 UMa	13 21 2	+55 31	4 0	A5	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
21 78 Vir	13 29 1	+4 10	4 9	A2p	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
22 5 Vir	13 29 6	—0 05	3 4	A2	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
23 5 CrB	15 30 5	+27 03	2 2	A0	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
24 7 Ser	15 42 7	+14 25	5 7	A0	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
25 6 Her	17 10 9	+24 57	3 2	A1	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
26 5 Oph	17 30 3	+12 38	2 1	A3*	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
27 14 Aql	18 57 6	—3 51	5 6	A0	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
28 5 Aql	19 45 9	+8 36	0 9	A5	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
29 5 Del	20 30 8	+14 20	4 7	A2	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
30 5 Del	20 38 8	+14 43	4 5	A5	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
31 5 Cyg	21 13 5	+38 59	4 3	A0p	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.0
32 7 Peg	23 15 7	+23 12	4 6	A5	+0 6	+0 6	+1 4	17.8	+1 3	16.0	4.1

редукционные кривые черт. 5, черт. 7 и черт. 9, где точками обозначены тригонометрические, а крестиками спектральные параллаксы).

Однако, как из редукционных кривых, так и из таблицы III видно, что имеется некоторое систематическое отклонение между тригонометрическими и спектральными абсолютными величинами сводного каталога ГАИШ. Это более заметно для звезд класса А. Для последних разброс точек в редукционных кривых (черт. 7) в некоторой степени обязан именно этому ( $M_{\text{сп}}$  сдвинуты по отношению к  $M_{\text{тр}}$  и тем самым вызывается некоторая дисперсия точек).

Средние систематические отклонения  $M_{\text{тр}} - M_{\text{сп}}$  оказались равными:  $\pm 0^{\text{m}}4(20)$  и  $0^{\text{m}}0(7)$  для А и В звезд (таблица III), соответственно. Очевидно эти данные не полностью характеризуют реальную картину, т. к. они основаны на скудном материале и в то же время относятся только к звездам главной последовательности. Однако, они все же дают некоторое представление о данном вопросе. Основываясь на том, что расхождение небольшое, мы решили применять  $M_{\text{сп}}$  совместно с  $M_{\text{тр}}$  без какого-нибудь изменения, так как для приведения системы  $M_{\text{сп}}$  к системе  $M_{\text{тр}}$  не было данных. Очевидно, последнее требует знания систематического отклонения  $M_{\text{тр}} - M_{\text{сп}}$  в зависимости от самой абсолютной величины.

Упомянем, что спектральные абсолютные величины сводного каталога ГАИШ даются в системе В а н-Р а й н а [34], которая считается наиболее удовлетворительной из всех существующих систем. Однако, П. П. Паренaго рассматривает эту систему как предварительную систему и в дальнейшем рассчитывает установить ее заново.

## § 6. Критерии абсолютной величины

Как видно из вышеизложенного, для звезд классов В и А у нас нет большого выбора критериев абсолютной величины. Наиболее чувствительными к изменению абсолютной величины являются полные поглощения в водородных и гелиевых линиях. Однако, гелиевые линии применимы только в области В0—В5, т. к. в более поздних подразделениях настолько ослабевают, что становятся незаметными. Следовательно в исследуемой нами области В5—А7 мы могли применить критерием абсолютной величины единственно лишь водородные линии Бальмера.

Как упоминалось выше, в хорошем фокусе одновременно получается участок спектра от  $\lambda 3900$  до  $\lambda 4500$ , на который приходятся следующие линии Бальмера:  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\beta}$  и  $H_{\alpha}$ . Все они и были применены нами.

Относительно  $H_{\alpha}$  нужно заметить, что в действительности здесь мы имеем не чисто  $H_{\alpha}$ , а  $H_{\alpha} + H$ , где  $H$  принадлежит  $Ca^{+}$ . Несмотря на то, что интенсивность линии  $H$  может меняться в зависимости от поглощения межзвездного  $Ca^{+}$ , мы все же решили применять  $H_{\alpha}$ , предполагая, что исследуемые нами звезды (до  $9^{\text{m}}5$ ) все же являются не такими уж далекими, чтобы межзвездный  $Ca^{+}$  вызвал сколько-нибудь заметное по сравнению с  $H_{\alpha}$  поглощение. Здесь же заметим, что начиная с А5 мы уже не применяем  $H_{\alpha}$ , ввиду того, что линия  $H$  становится очень интенсивной.

Так как измерение полного поглощения в спектральных линиях требует построения контура линии, что вообще связано с большими трудностями и очень замедляет работу, то в поисках рационального пути к массовым определениям, мы решили применить в качестве критерия абсолютной величины не полное поглощение в линиях Бальмера, а поглощение некоторой полоски в последних, с шириной в среднем  $18\text{\AA}$ .

Измерение велось при широкой щели, которая одновременно вырезала из измеряемого участка спектра полоску вышеупомянутой ширины. (Подробно об измерительной работе будет изложено в следующем параграфе настоящей работы).

По атласу Хильтнера и Вильямса [35], где даются спектрограммы высокой дисперсии для нескольких ярких звезд разной абсолютной величины, можно было видеть, что такая полоска содержит главную часть даже очень сильных водородных линий (звезды главной последовательности) и таким образом может характеризовать полное поглощение в этих линиях. Это показали и построенные на основе таких измерений редукиционные кривые.

Для выбора сравниваемых участков спектра мы пользовались вышеуказанным атласом Хильтнера и Вильямса, что дало возможность выбрать поблизости водородных линий такие полоски непрерывного спектра, которые были свободны от спектральных линий поглощения.

Выбор таких непрерывных участков снимает другие эффекты, которые могли быть вызваны линиями поглощения.

Было выбрано всего пять следующих участков непрерывного спектра:  $\lambda 4020$ ,  $\lambda 4055$ ,  $\lambda 4160$ ,  $\lambda 4280$ ,  $\lambda 4405$ .

Итак для построения редукиционных кривых мы воспользовались соотношениями:

$$\frac{N_1}{H_\gamma}, \frac{N_2}{H_\delta} \text{ и } \frac{N_3}{H_\epsilon}$$

Здесь приняты следующие обозначения:

$$N_1 = \frac{I_{4280} + I_{4405}}{2}, \quad N_2 = \frac{I_{4055} + I_{4160}}{2}, \quad N_3 = I_{4020}$$

$$H_\gamma = I_{H_\gamma}, \quad H_\delta = I_{H_\delta} \text{ и } H_\epsilon = I_{H_\epsilon}$$

( $I$  означает интенсивность)

Как видим,  $H_\gamma$  и  $H_\delta$  сравниваются с двумя участками непрерывного спектра, лежащими по обеим сторонам самой линии. Это желательно, так как такой способ уточняет результаты измерений. Сравнение  $H_\epsilon$  с двумя участками не получается, так как этому мешает линия К ионизованного кальция.

Заметим, что наши измерения в линиях  $H_\gamma$ ,  $H_\delta$  и  $H_\epsilon$  дают остаточную интенсивность непрерывного спектра в этих линиях, а не интенсивность поглощенной энергии, но первая зависит от второй и таким образом характеризует ее. Чем больше поглощение в линиях Бальмера, тем меньше остаточная интенсивность непрерывного спектра и, следовательно, тем больше вышеприведенные соотношения.



## § 7. Спектрофотометрические измерения негативов

Спектрофотометрические измерения негативов выполнены на т. наз. быстром микрофотометре. Последний был получен в Абастуманской обсерватории в 1948 году и работа, подобная нашей, выполнена на нем впервые.

Нужно отметить, что быстрый микрофотометр, который предусмотрен для измерения спектров, является очень удобным для этой цели, ввиду чего все спектрофотометрические работы в Абастуманской обсерватории в настоящее время стали вестись на этом микрофотометре.

Но быстрый микрофотометр вошел в практику фотометрических работ во всех наших астрономических обсерваториях относительно недавно. Поэтому мы находим уместным изложить здесь довольно подробное описание оптической и механической конструкции микрофотометра, а также и методику и технику производства измерений на нем.

Схема микрофотометра представлена на рис. 2.

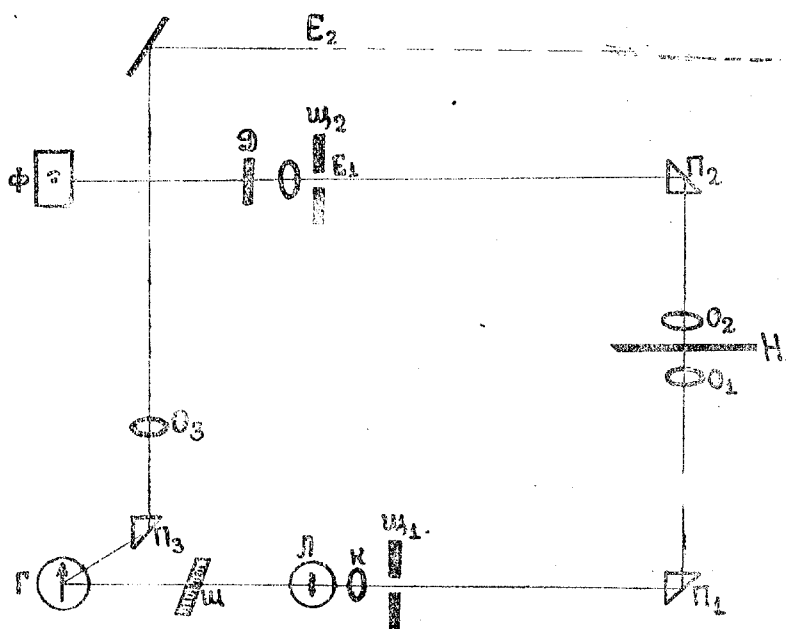


Рис. 2 ббб.

Свет от 12-вольтовой лампы Л идет по двум противоположным направлениям. Свет, идущий по направлению негатива Н преломляется конденсором К на объектив О<sub>1</sub>. Между О<sub>1</sub> и К расположена т. н. осветительная щель Ш<sub>1</sub>, а также призма полного внутреннего отражения П<sub>1</sub>. Объектив О<sub>1</sub> проектирует уменьшенное изображение щели Ш<sub>1</sub> на фотослой измеряемого негатива Н. С другой стороны негатива Н расположен второй подобный же объектив О<sub>2</sub>, фокусируемый на эмульсию. Объектив О<sub>2</sub>

проектирует изображение как щели  $\Pi_1$ , так и фотометрируемой линии спектра с 21-кратным увеличением на т. наз. точной щели  $\Pi_2$  микрофотометра.

Нужно заметить, что для устранения рассеянного света желательно, чтобы  $\Pi_1$  имела немного меньшую ширину, чем  $\Pi_2$ . Ширина щели  $\Pi_2$  может меняться от 0.01 мм до 3 мм. Щель  $\Pi_1$  представляет из себя совокупность двух зеленых стекол, расстояние между которыми можно менять свободно.

Благодаря этой щели участки пластинки, прилегающие к фотометрируемой линии, освещены зеленым светом, на который фотоэлемент не реагирует, что устраняет вредное действие рассеянного света и в то же время обуславливает свободную ориентировку в спектре (экран Е), так как смежные линии, прилегающие к измеряемой, видны на зеленом фоне вполне отчетливо.

Свет, пройдя через  $\Pi_2$ , проектируется на вентильный серно-серебряный фотоэлемент Ф. Перед фотоэлементом установлена дискообразная диафрагма Д, которая, по надобности свободно вращаясь, либо пропускает световой поток к фотоэлементу, либо преграждает ему путь.

Фотоэлемент соединен с зеркальным гальванометром фирмы Руштра-та Г. Гальванометр и шкала Ш соединены с прибором в одно целое. Шкала Ш, длиной 5 см с 1000 делениями, проектируется с помощью специальной системы на зеркало гальванометра. Изменение фототока, вызванное изменением силы света, проходящего в щель  $\Pi_2$ , в свою очередь, вызывает поворот зеркала гальванометра под различным углом вокруг отвесной оси. От этого угла и зависит—какой из лучей, идущих от разных частей шкалы, будет направлен зеркалом гальванометра, под углом полного внутреннего отражения, к призме П. Из этой призмы луч падает на объектив О, который проектирует изображение соответствующей этому лучу части шкалы на экран Е. На последнем нанесен неподвижный указатель, с помощью которого и берется отсчет шкалы. Фотоэлемент с гальванометром помещаются у задней стенки микрофотометра под защитным кожухом.

Лампа Л питается щелочными аккумуляторами, которые вообще известны хорошей стабильностью накала. Накал лампы все время поддерживался в 11.0 вольт. При включении лампы мы выжидали не меньше 20 минут, а после свежей зарядки аккумуляторов даже и больше, перед тем, как приступить к измерениям, что обеспечивало хорошую стабильность накала лампы во время измерения.

Так как гальванометр установлен в самом микрофотометре неподвижно, то для достижения стабильности самого гальванометра, столик микрофотометра был поставлен на прочный фундамент.

Для того, чтобы ясно представить себе измерительную работу на данном микрофотометре, мы даем фотоснимок последнего (фото III) и некоторые добавочные объяснения к нему.

Горизонтальная доска, на которой располагается измеряемый негатив, может перемещаться в двух перпендикулярных направлениях. Посредством ослабления зажимного винта 1, можно придать доске продольное движение в пределах 90 мм.

После зажима винта 1 возможно равномерное продольное движение доски в пределах 25 мм с помощью микрометрического винта 2. Отсчет этого движения происходит на микрометрическом барабане 3 с точностью от 0.001 до 0.002 мм. Негатив ставится так, что перемещение вдоль спектра достигается продольным движением доски.

Во время измерений перемещение вдоль спектра осуществляется только микрометрическим винтом 2, что позволяет точно наводить на щель фотоэлемента центр изображения линии; практически это осуществляется тем, что перемещая медленно пластинку, наблюдаем минимальное или же, в случае линии поглощения, максимальное отклонение гальванометра.

В перпендикулярном направлении доску можно передвигать более грубым движением на 80 мм.

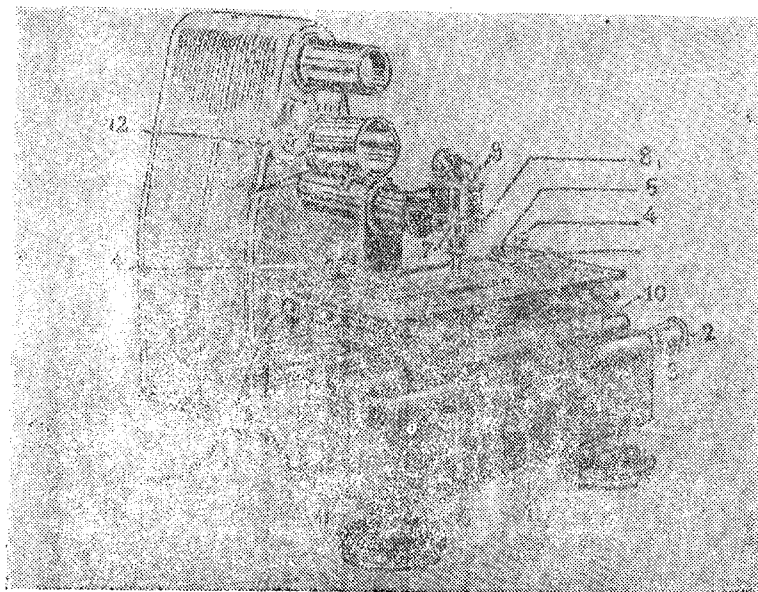


Фото III 3333

Для установления негатива на измерительной доске так, чтобы спектральная линия была строго параллельна продольному движению доски, на доске предусмотрена планка закрепленная двумя винтами 4. На планке имеется упор 5, к которому придвигается пластинка правым краем. Если ослабить левый винт, то можно вращать планку вокруг правого винта, чем и достигается желательная установка негатива. Более точно это делается с помощью микрометрического винта 6, который придает измерительной доске некоторое плавное передвижение вокруг отвесной оси.

Щели  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  могут быть наклонены к вертикальному направлению на угол, увеличиваемый при надобности почти до  $90^\circ$ . Этим достигается параллельность самих щелей друг к другу и также спектральной линии. Центрировка щели  $\Pi_1$  со щелью  $\Pi_2$  достигается с помощью винтов 7 и 8.

Для достижения одинаковой фокусировки по всему негативу нужно, чтобы слой пластинки был установлен точно параллельно к обоим направлениям передвижения доски. Это обеспечивается следующим образом: с помощью объектива 9 устанавливаем в фокусе задний правый угол негатива, затем сдвигаем доску совсем назад и с помощью винта 10 устанавливаем в фокусе передний правый угол негатива. После этого винт 10 не нужно трогать. Затем беремся за задний левый угол негатива и устанавливаем фокус с помощью винта 11. Это может изменить фокус для правого заднего угла. Методом последовательных приближений достигается то, что оба задних угла помещаются одновременно в фокусе; при чем нужно помнить, что для левого угла фокус устанавливается только винтом 11, а для правого—объективом 9.

По мере увеличения ширины измерительной щели, отсчет может превзойти 1000 делений шкалы. Для таких случаев на микрофотометре предусмотрены три фильтра из серого стекла, которые расположены между щелью и фотоэлементом. На диске 12 имеются четыре деления. Если индекс стоит с левого конца на первом делении, то свет проходит без ослабления; на втором—свет ослабляется на 50%; на третьем—на 75% и на четвертом (самое правое) на 87,5%, т. к. в последних случаях один из вышеуказанных фильтров преграждает путь свету, идущему на фотоэлемент. Кроме этих фильтров, вызывающих ослабление света сразу на несколько процентов, предусмотрен также фильтр, непрерывно ослабляющий свет. Последний расположен опять таки между щелью  $\text{Щ}_2$  и фотоэлементом и имеет дискообразную форму.

Кроме упомянутых устройств быстрый микрофотометр имеет также и другие приспособления, применяющиеся для разных спектрофотометрических целей, но мы не будем останавливаться на них, т. к. для настоящей работы нам не приходилось пользоваться ими.

Перейдем к описанию измерительной работы. Так как настоящая работа требовала измерения интенсивности по возможности довольно широкой полосы в водородных линиях, то мы решили вести измерения при всей возможной ширине щели  $\text{Щ}_2$  т. е. при ширине в 3 мм, чему на негативе соответствует 0.14 мм, т. к. увеличение объектива  $\text{O}_2$  21-кратное. Это составляет при нашей дисперсии 15А, 17А и 20А, соответственно для  $\text{H}_\epsilon$ ,  $\text{H}_\delta$  и  $\text{H}_\gamma$ . По атласу Хильтнера и Вильямса [35] видно было, что это полностью охватывает ту ширину водородной линии, которая имеется в спектрах сверхгигантов, а ширина водородных линий в спектрах звезд главной последовательности превосходит ее. Но, во-первых, наш инструмент не допускал возможности брать щель большей ширины, а во-вторых, при выборе ширины щели, мы все же ограничены. Действительно, если брать такую щель, в которой помещалась бы вся ширина водородных линий в спектрах звезд главной последовательности, то измеряя при такой же ширине щели спектры сверхгигантов, внутри щели помещается довольно значительная часть непрерывного спектра, что безусловно вызовет затемнение эффекта самой линии.

Из вышесказанного вытекает, что выявляемый водородными линиями эффект абсолютной величины при тождественных работах зависит от ширины измеряемой полосы в этих линиях. Однако, как замечено выше, измеряемая нами полоска в водородных линиях достаточно явно выявляла эффект абсолютной величины.

Высота щели равнялась 5 мм, что соответствует на пластинке 0.24 мм (вся ширина спектра равнялась  $\approx 0.5$  мм).

Нужно отметить большую чувствительность установленного фотоэлемента. Несмотря на то, что применялся фильтр, ослабляющий свет на 87.5%, все же отсчет шкалы для фона негатива доходил до 700 (особенно, для негативов стандартных звезд).

Естественно, что как большая площадь, вырезаемая щелью на негативе, так и большие отклонения гальванометра обуславливают сравнительно большую точность результатов измерений. Действительно, так как зерна в фотослое распределены неупорядоченно, то выполняя измерения в различных точках равномерно почерненного изображения, мы очевидно будем получать различные результаты в зависимости от того, попали ли мы на случайные сгущения зерен или на разрежения. Отсюда ясно, что чем больше фотометрируемая площадь, тем лучше обеспечено усреднение этих статистических вариаций в распределении зерен. Также и при больших отклонениях гальванометра, некоторая ошибка в  $n_{\lambda}$  (отсчет на линии) или  $n_{\phi}$  (отсчет фона) не может вызвать сколько нибудь значительного изменения в значении отношения  $\frac{n_{\lambda}}{n_{\phi}}$ , с которым мы имеем дело в конечном итоге.

Как известно, отношение  $\frac{n_{\lambda}}{n_{\phi}}$  служит мерой фотографического действия, выражая собой отношение световых потоков, прошедших через измеряемый элемент спектра и соседний с ним элемент фона. Естественно, что это отношение меньше единицы и если вычислять его с точностью до третьего знака, то удобно освобождать его от десятичных знаков, умножая на 1000.

Обозначим через  $E$  отношение  $1000 \frac{n_{\lambda}}{n_{\phi}}$  и будем его называть отсчетом микрофотометра.

Строго говоря, отсчет микрофотометра равен:

$$E' = 1000 \frac{n_{\lambda} - n_0}{n_{\phi} - n_0},$$

где  $n_0$  отсчет гальванометра при затемнении фотоэлемента. Но измерения велись в таких условиях, что  $n_0$  все время оставалось равным нулю.

Измерение велось в таком порядке: водородная линия, сравниваемый участок непрерывного спектра с одной стороны, повторно—водородная линия, сравниваемый участок непрерывного спектра с другой стороны, фон около измеряемого участка спектра с одной и с другой стороны.

Все программные измерения велись в совершенно однородных условиях.

### § 8. Характеристические кривые

После или перед измерением каждой серии негативов измерялись также шкалки, одновременно проявленные с ними, и строились характеристические кривые  $E, \lg E$ .

5. აბსოლ. სპექტრომ. მბ. ბოლ., № 15

На чертеже 3 даются характеристические кривые, соответствующие линии  $H_{\gamma}$ .

Характеристическая кривая (а) получена параллельным совмещением первых трех кривых. Как видим, все эти кривые в отдельности содержат те или другие участки характеристической кривой, а единая харак-

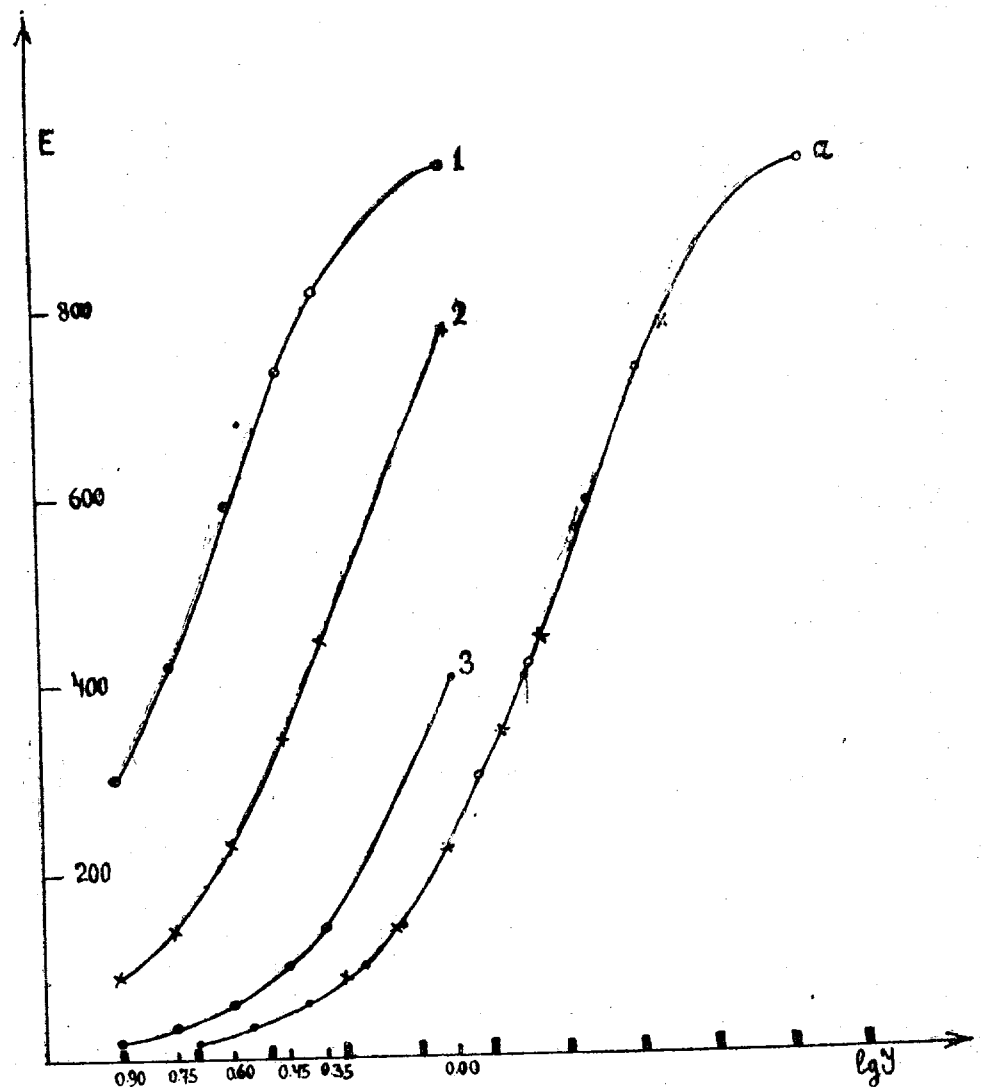


Рис. 3 ббб.

теристическая кривая (а) содержит все участки и таким образом дает возможность определения интенсивности и более ярких и более слабых линий. Кроме того, последняя кривая более надежна, так как она получена из соединения трех кривых.

Так как крутизна характеристической кривой, т. е. фактор контрастности пластинки зависит от длины волны, то естественно было строить ее отдельно для каждого измеряемого нами участка спектра. В нашем случае требовалось построить три характеристических кривых, соответственно трем участкам спектра:  $H_{\epsilon}$ — $\lambda$  4020;  $\lambda$  4055— $H_{\delta}$ — $\lambda$  4160;  $\lambda$  4270— $H_{\gamma}$ — $\lambda$  4405.

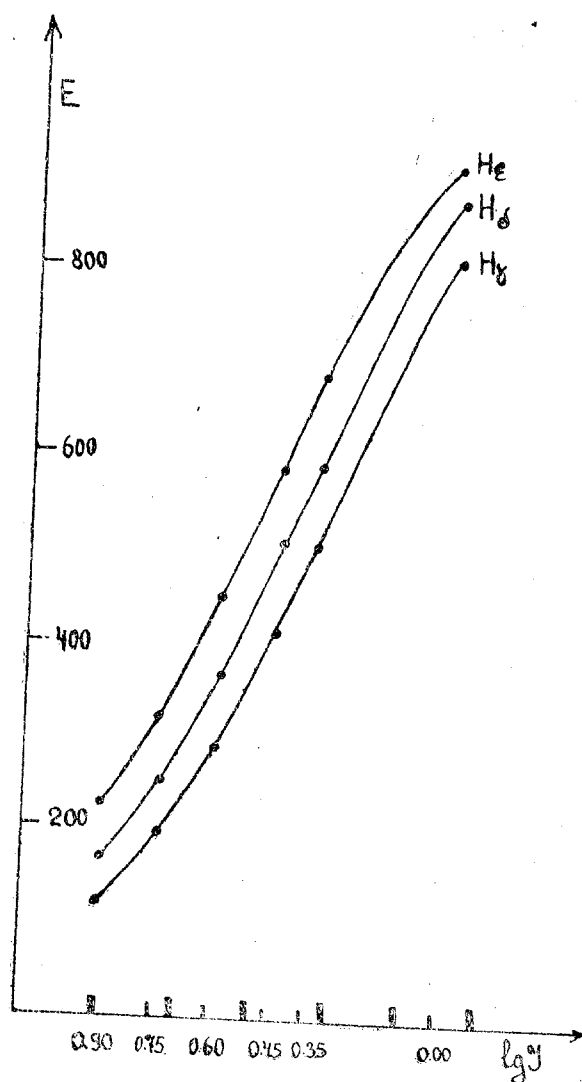


Рис. 4 б.б.

На рисунке 4 даны характеристические кривые, соответствующие линиям  $H_{\epsilon}$ ,  $H_{\delta}$  и  $H_{\gamma}$ . Как видим, нормальные участки этих кривых параллельны друг другу. Это говорит за то, что практически можно пользоваться одной из них. Такую параллельность эти кривые показывали каждый раз,

когда мы строили их для разных серий негативов, так что ее нельзя считать случайной. Следует думать, что фактор контрастности для используемой нами пластинки Илфорд Зенит в области 4000—4400 Å практически остается постоянным, поэтому мы решили строить характеристическую кривую для H $\gamma$  и ею пользоваться для всех вышеуказанных линий.

Известно, что только область нормального почернения или прямолинейный участок характеристической кривой считается рабочей областью. Однако, если интенсивности сравниваемых друг с другом линий одновременно попадают в области недодержек или передержек характеристической кривой, то при пользовании ими, допускаемая ошибка в оценке отношений интенсивностей не очень значительна. Но в нашем случае это почти никогда не имело места, т. к. из сравниваемых линий одна линия поглощения, а другая—непрерывный участок спектра. Поэтому мы пользовались только нормальной областью характеристической кривой. Следует подчеркнуть, что в применяемом методе необходимо строго придерживаться этого, для чего в свою очередь, необходимо иметь для измеряемых звезд только спектры нормального почернения.

Как видим, вышеуказанные характеристические кривые имеют довольно большую крутизну, что очень важно, т. к. одни и те же ошибки в измерении почернений дают тем меньшую ошибку в определении интенсивности линий, чем больше крутизна характеристической кривой.

#### § 9. Учет поглощения света земной атмосферой

Как известно, ослабление света земной атмосферой (экстинкция) для каждого данного места есть функция зенитного расстояния светила и длины волны.

Поскольку в настоящей работе мы имеем дело со сравнительной спектрофотометрией, где сравниваемые линии фотографируются одновременно и при одном и том же зенитном расстоянии, то если бы не избирательный характер экстинкции, мы могли бы не учитывать ее.

Однако в настоящей работе мы имеем дело со следующими соотношениями:

$$\frac{N_1}{H_\gamma}, \frac{N_2}{H_\delta} \text{ и } \frac{N_3}{H_\epsilon},$$

где

$$N_1 = \frac{I_{4280} + I_{4405}}{2}, \quad N_2 = \frac{I_{4085} + I_{4160}}{2}, \quad N_3 = I_{4020}$$

$$H_\gamma = I_{H_\gamma}, \quad H_\delta = I_{H_\delta} \text{ и } H_\epsilon = I_{H_\epsilon}$$

Следовательно линии H $\gamma$  и H $\delta$  сравниваются с двумя участками непрерывного спектра, лежащими с обеих сторон самой линии и почти одинаково удаленными от нее ( $\lambda_{H_\gamma} = 4341$ ,  $\lambda_{H_\delta} = 4102$ ). Такой способ, как говорилось выше (см. § 6), уточняет результаты измерений, но главное то, что в этом случае избирательное поглощение света земной атмосферой на

соотношения  $\frac{N_1}{H_\gamma}$  и  $\frac{N_2}{H_\delta}$  не сказывается.



Таким образом, мы должны говорить об учете экстинкции только для соотношения  $\frac{N_3}{H_e}$ . В последнем случае, хотя разность в длинах волн меж-

ду линиями сравнения ( $\lambda 4020$  и  $\lambda 3970$ ) равняется  $50\text{\AA}$ , при больших зенитных расстояниях можно было бы ожидать значительную погрешность в определении отношений интенсивностей. Поэтому мы произвели соответствующие вычисления для различных зенитных расстояний. Вследствие этого оказалось, что при зенитных расстояниях  $Z < 50^\circ$  избирательное поглощение земной атмосферой на сравниваемые нами спектральные линии практически не сказывается. Однако, из таблиц I и II видно, что имелось всего четыре случая, когда  $Z > 50^\circ$ . Следовательно, в настоящей работе почти не приходилось заниматься учетом экстинкции.

Для учета поглощения света земной атмосферой мы пользовались общеизвестной формулой:

$$\frac{I_\lambda(z)}{I_\lambda(o)} = P_\lambda^{M(z)-1}$$

где  $I_\lambda(z)$  и  $I_\lambda(o)$  наблюдаемые интенсивности при зенитных расстояниях  $z$  и  $z=0$ , соответственно,  $P_\lambda$ —коэффициент прозрачности, а  $M(z)$ —атмосферная масса. Значения  $M(z)$  мы брали из таблицы Бем пор а д а, а  $P_\lambda$ —из таблицы А б б о т а для Маунт-Вильсон.

Упомянем, что определением  $P_\lambda$  для Абастумани (гора Канобили) занимается Н. Б. К а л а н д а д з е [29]. Предварительные результаты показали, что  $P_\lambda$  для Абастумани очень близко подходят к значениям, полученным А б б о т о м для Маунт-Вильсон. Следовательно мы могли свободно пользоваться таблицей А б б о т а.

## § 10. Редукционные кривые

После того, как уже были произведены спектрофотометрические измерения спектров стандартных звезд и были найдены соотношения:

$$\frac{N_1}{H_\gamma}, \frac{N_2}{H_\delta} \text{ и } \frac{N_3}{H_e},$$

ближайшей задачей нашей работы было построение редукционных кривых.

Так как эти соотношения меняются в зависимости от спектрального типа, то естественно было бы строить редукционные кривые для каждого спектрального подкласса в отдельности. Однако для этого потребовалось бы для каждого из них известное количество стандартных звезд. Эта возможность, не говоря об огромной работе, осуществление которой она потребовала бы, практически не представляется.

Выход из этого положения мы нашли, используя следующие соображения, любезно высказанные нам В. А. А м б а р ц у м я н о м. Обозначим вышеприведенные соотношения через  $N_l$  ( $l=1, 2, 3$ ).

Для каждого спектрального подкласса зависимость от абсолютной величины можно выразить формулой:

$$M_i = f_i(N_l), \quad (1)$$

где  $i$  меняется с изменением спектрального подкласса. Эмпирически эта зависимость представлена редукционной кривой. Изменяя  $i$  мы получим

редукционные кривые, соответствующие различным спектральным подклассам. С достаточным приближением можно считать, что последние параллельны друг другу в некоторой малой спектральной области, соответствующей типам В5—В9. Очевидно, чем меньше эта область, тем справедливее это предположение. В самом деле, совершенно нет основания для того, чтобы считать, что при переходе от одного спектрального подкласса к другому соседнему подклассу, зависимость представляемая формулой (1) резко меняется; наоборот, более правдоподобно, что она остается с достаточным приближением такой же, вблизи данного спектрального подкласса.

В таком случае, если иметь характеристическую кривую для одного какого нибудь подкласса, скажем для В7, то параллельным передвижением этой кривой на определенные отрезки  $a_i$  мы получим редукционные кривые, соответствующие остальным подклассам  $B_i$ . Следовательно, формула (1) примет вид:

$$M_{Bi} = f_{Bi}(N_i) = f_{B7}(N_i) + a_i, \quad (2)$$

$$(i = 5, 6, 7, 8, 9)$$

где  $f_{B7}(N_i)$  — редукционная кривая для В7, а  $f_{Bi}(N_i) = f_{B7}(N_i) + a_i$  — редукционные кривые для остальных  $B_i$  в области В5—В9.

Отсюда видно, что зная значение  $a_i$  для каждого подкласса В5—В9 и пользуясь редукционной кривой В7, мы можем получить из формулы (2) для исследуемой звезды данного спектрального подкласса  $B_i$  в области В5—В9 такое значение  $M_{Bi}$ , какое дала бы редукционная кривая, соответствующая этому спектральному подклассу.

Таким образом, вопрос о построении редукционной кривой в области В5—В9, отдельно для каждого подкласса, сводится к ее построению для подкласса В7 и нахождению  $a_i$ , которое может иметь четыре различных значения, т. к. кроме В7 здесь мы имеем дело еще с четырьмя подклассами.

Очевидно,  $a_i$  можно представить в виде:

$$a_i = k(B_i - B_7).$$

Когда  $i=7$ , то  $a_7=0$  и формула (2) дает редукционную кривую, соответствующую В7:

$$M_{B7} = f_{B7}(N_i).$$

Придадим  $B_i - B_7$ , соответственно, следующие значения (таблица IV):

Таблица IV

$B_i$	$B_i - B_7$
B5	-0.2
B6	-0.1
B7	0.0
B8	+0.1
B9	+0.2

Из сопоставления формулы (2), которую можно переписать так:

$$M_{Bi} = f_{B7}(N_i) + k(B_i - B_7) \quad (2')$$

и таблицы IV видно, что нахождение  $a_i$  сводится к нахождению постоянной величины  $k$ . Можно думать, что в большинстве случаев для дан-

ной области спектральных подклассов и данного критерия  $k$  постоянна.

Вопрос о построении редукионной кривой В7 и нахождении  $k$  можно решать двумя способами.

Первый способ требует, чтобы мы имели достаточное количество стандартных звезд подкласса В7, на основе которых обычным путем можно построить редукионную кривую. После этого мы легко могли бы найти также  $k$ , применяя для какой нибудь стандартной звезды  $B_i$  (только не для В7) формулу (2'). Действительно, для этой звезды  $M_{B_i}$  известно. Из редукионной кривой В7 находим  $f_{B7}(N_i)$  ( $N_i$  дает измерение), так что в формуле (2') неизвестным остается только  $k$ , которое легко определяется.

Однако, нужно заметить следующее: для того, чтобы убедиться не меняется ли  $k$  в зависимости от спектрального подкласса, нужно определить его для каждого подкласса отдельно, т. е. применением стандартных звезд всех подклассов данной области. Причем, чтобы не допустить ошибку в определении  $k$  из-за неточности спектральной классификации звезд, для каждого подкласса нужно взять не менее 3-х звезд.

Этот путь не был применен нами, т. к. не было соответствующей возможности—достаточного количества звезд данного подкласса.

Второй способ требует применения метода последовательных приближений. В последнем случае вопрос ставится так: имея для стандартных звезд подклассов В5—В9  $M_{B_i}$  и  $N_i$  ( $M_{B_i}$  известна,  $N_i$  дает измерение) и применяя формулу (2') в виде:

$$f_{B7}(N_i) = M_{B_i} - k(B_i - B7),$$

найти такое значение  $k$ , при котором редукионная кривая  $f_{B7}(N_i)$  показывала бы минимальный разброс точек.

Очевидно, найденная таким путем кривая и будет редукионной кривой подкласса В7, а соответствующее ей  $k$ —искомое значение последней.

Последний путь и был применен для исследуемых нами областей: В5—В9 и А0—А7.

Для области В5—В9 были получены редукионные кривые для подкласса В7 на основе стандартных звезд таблицы IIIa (чертеж 5).

На чертеже 6 приводим, для сравнения с кривыми чертежа 5, подобные же кривые, построенные для области В5—В9, без какого либо исправления зависимости примененных соотношений от спектрального подкласса, т. е. считая, что  $k=0$ .

Как видим, на полученных нами кривых данного спектрального подкласса (чертеж 5) разброс точек на много уменьшился по сравнению с первоначальными кривыми (чертеж 6). При справедливости нашего предположения мы этого и должны были ожидать, так как если бы не другие возможные ошибки, то в редукионных кривых данного спектрального подкласса мы должны иметь минимальный разброс точек. Следовательно, справедливость применяемого способа проверяется при построении редукионных кривых, т. е. на основе звезд с известными абсолютными величинами.

Для редукионных кривых а и б (чертеж 5)  $k$  получило одинаковое значение:  $k=-2.3$ , что и следовало ожидать, т. к.  $H_7$  и  $H_8$  должны показывать одинаковую зависимость от спектрального подкласса. Пользуясь этими кривыми для всех звезд  $B_i$  подклассов В5—В9, нужно придавать по-

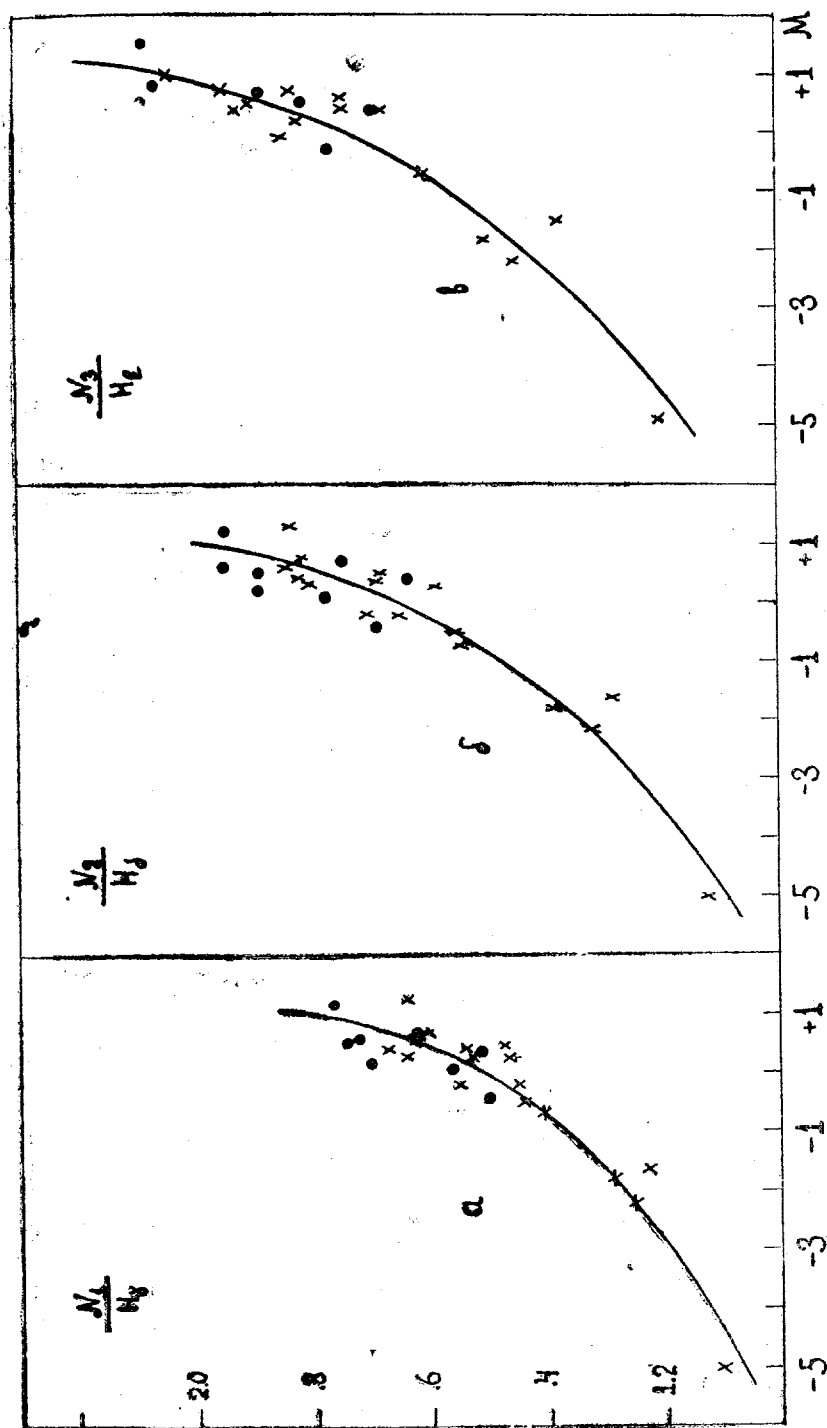


Рис. 5 бзб.

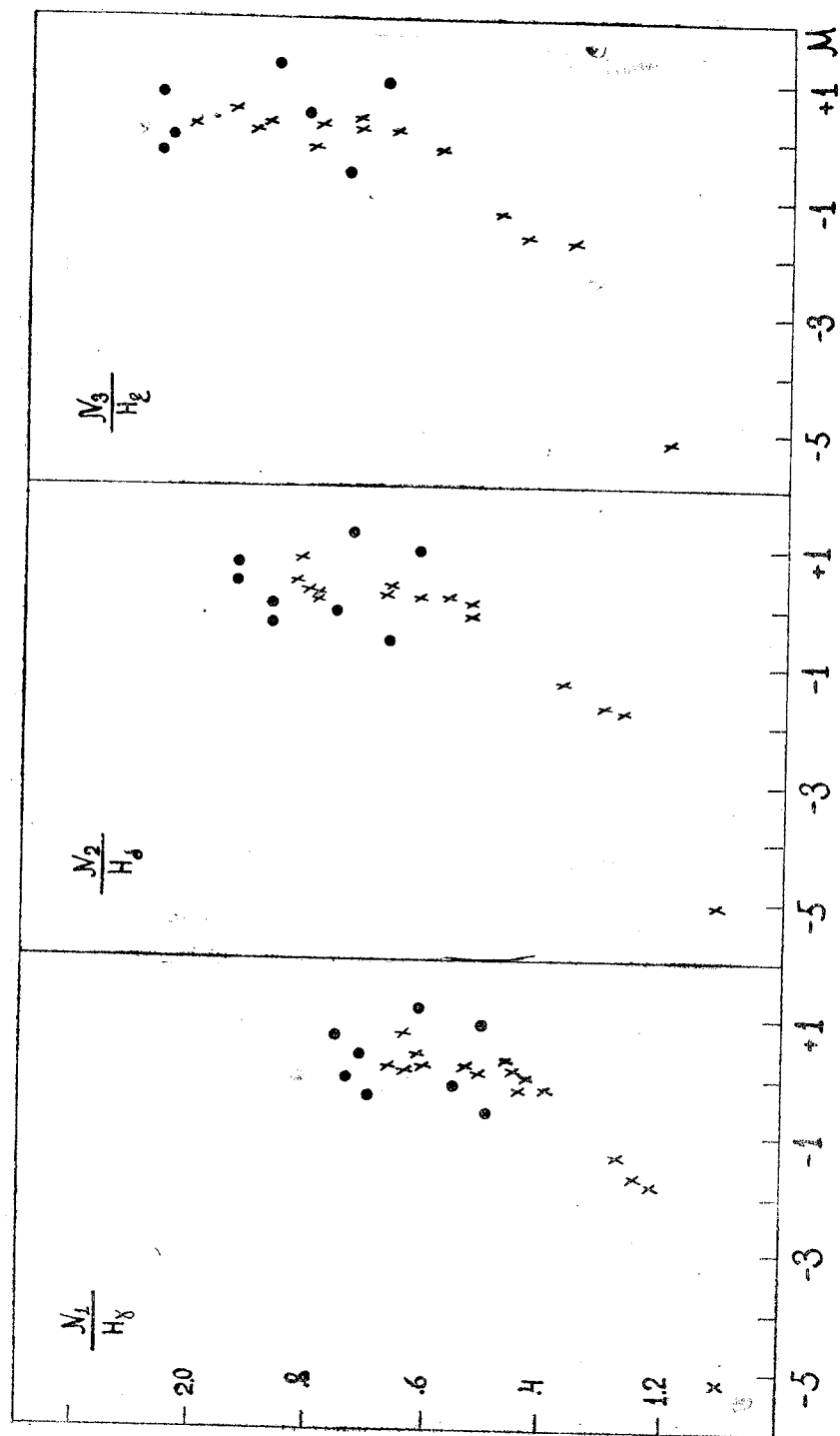


Рис. 6 556.

лученным по ним значениям  $M_{Bi}$  соответственно следующие поправки (таблица V):

Таблица V ცხრილი

$B_i$	$ai = k(B_i - B_7)$
$B_5$	+0.5
$B_6$	+0.2
$B_7$	0.0
$B_8$	-0.2
$B_9$	-0.5

Что касается редукционной кривой в, для подклассов  $B_5$  и  $B_6$ , к осталось тем же самым, но для  $B_8$  и  $B_9$  оно получило значения, соответственно, —3 и —4. Это объясняется тем, что интенсивность линии Н, которая сливается с  $H_e$ , в подклассах  $B_8$  и  $B_9$  достигает значительной величины, тогда как в подклассах  $B_5$  и  $B_6$  она ничтожна, что вызывает добавочное возрастание удаления редукционных кривых, соответствующих  $B_8$  и  $B_9$ , от редукционной кривой  $B_7$ .

Следовательно, абсолютным величинам, полученным из редукционной кривой в, нужно придавать следующие поправки (таблица VI):

Таблица VI ცხრილი

$B_i$	$ai = k(B_i - B_7)$
$B_5$	+0.5
$B_6$	+0.2
$B_7$	0.0
$B_8$	-0.3
$B_9$	-0.8

Аналогичным путем, для области  $A_0$ — $A_7$ , основываясь на стандартных звездах таблицы IIIб, были получены редукционные кривые для подкласса  $A_3$  (чертеж 7).

На чертеже 8 даются аналогичные чертежу 6 кривые для области  $A_0$ — $A_7$ .

Для редукционных кривых г и д (чертеж 7) к получило опять-таки одно и то же значение:  $k = +2.3$ , так что если пользоваться этими кривыми для звезд подклассов  $A_0$ — $A_7$ , нужно придавать полученным по ним значениям  $M_{Ai}$ , соответственно, следующие поправки (таблица VII):

Таблица VII ცხრილი

$A_i$	$ai = k(A_i - A_3)$
$A_0$	-0.7
$A_1$	-0.5
$A_2$	-0.2
$A_3$	0.0
$A_4$	+0.2
$A_5$	+0.5
$A_6$	+0.7
$A_7$	+0.9

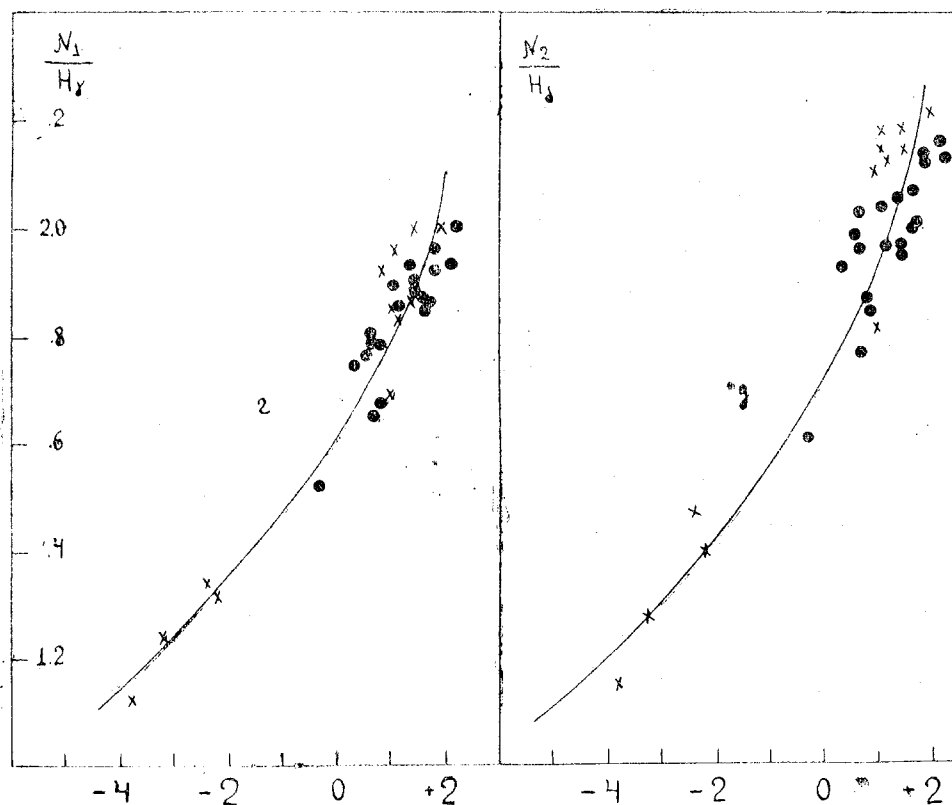


Рис. 7 б3б.

Редукционная кривая  $\epsilon$  (чертеж 9), которая построена только для области A0—A4 (об этом уже было упомянуто выше), не показала зависимости от спектрального класса в этой области. Дисперсия точек минимальна, когда  $k=0$ . Это опять таки вызвано спектральной линией H, интенсивность которой, переходя к поздним спектральным подразделениям, все увеличивается, в то время как интенсивность линии H $\epsilon$ , начиная с A0 уменьшается. Как видно, они компенсируют друг друга, в результате чего интенсивность H $\epsilon$ +H в зависимости от спектрального подкласса в области A0—A4 остается постоянной. Таким образом, для исследуемых звезд подклассов A0—A4 мы должны пользоваться непосредственными данными редукционной кривой  $\epsilon$ .

Следует заметить, что звезды таблицы VIII, которые мы хотели применить, как стандартные звезды, не расположились вдоль наших редукционных кривых. Наши определения для них дают значения, которые хорошо согласуются со спектральными абсолютными величинами из сводного каталога ГАИШ, откуда следует, что значительный разброс точек, соответствующих этим звездам, нельзя приписать их случайному рассеянию. Скорее можно заключить, что либо тригонометрические параллаксы не верны, либо спектральный метод определения абсолютных величин не

применим к ним. По этой причине эти звезды не применялись нами как стандартные.

Таблица VIII ცხრილი

№	Звезда ვარსკვლავი	$m_B$ HD	Сп HD	$\pi_{\text{тр}}$	$M_B, \text{тр}$	$M_B, \text{сп}$ СКГ	$M_B, \text{сп}$ Аб
1	41 Ari	4.0	B8	+0".032	+1.5	+0.3	+0.1
2	5 Aqr	5.5	B8	+0.022	+2.2	-0.1	+0.2
3	2 Lac	5.2*	B5	+0.034	+2.9	-0.5	+0.4

Нужно отметить, что если судить по тригонометрическим абсолютным величинам, эти звезды для соответствующих подклассов надо считать белыми субкарликами.

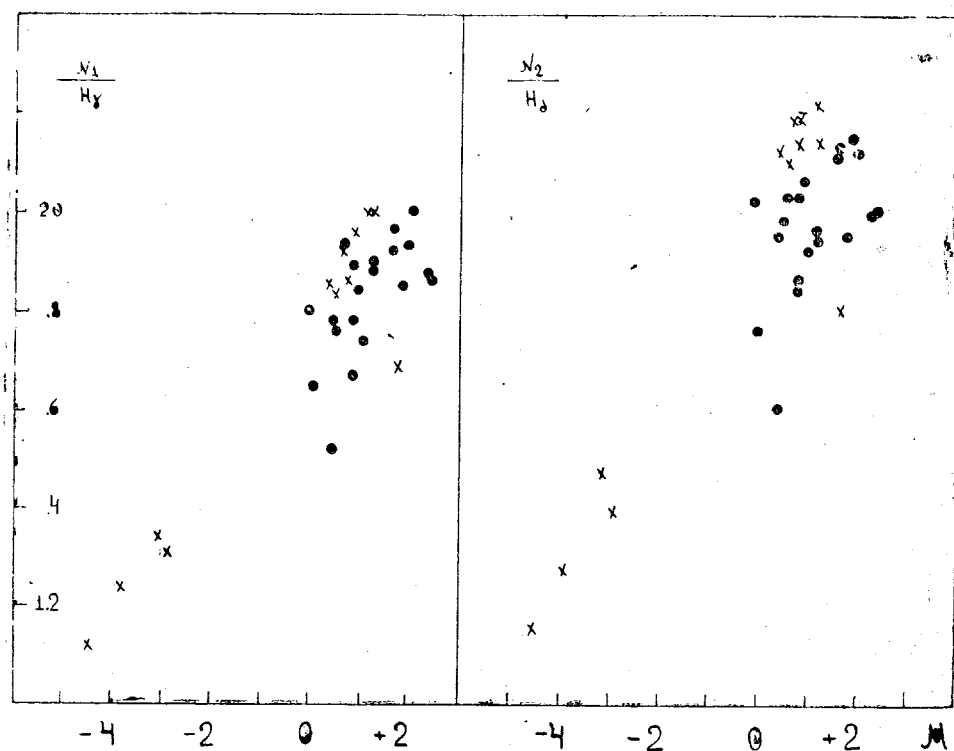


Рис. 8 ббб.

На диаграмме Герцшпрунга-Рессела, составленной П. П. Паренаго [26] для 7350 звезд, на основании спектральных абсолютных величин, нет не только белых карликов, абсолютные величины которых, как известно, не определяются спектральным путем, но и белых субкарликов. Можно думать, что таких звезд вообще мало и они редко будут встречаться среди исследуемых звезд.



Как видно, вышеизложенный метод требует, чтобы мы имели точную классификацию как для стандартных звезд, так и для исследуемых (программных звезд).

Покажем насколько удовлетворено это требование в случае стандартных звезд.

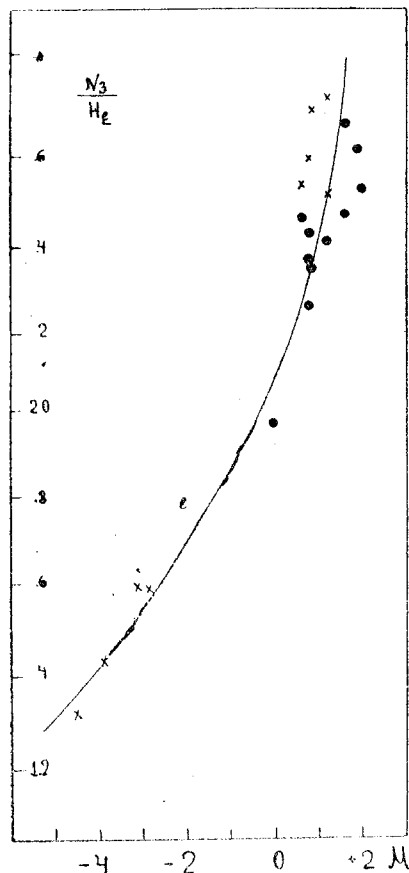


Рис. 9 бзб.

В сводном каталоге ГАИШ для каждой звезды дается средний взвешенный спектральный тип, на основании имеющихся отдельных определений, без каких либо изменений последних, т. к. не было найдено крупных систематических различий между ними. При этом наибольший вес приписан определениям Маунт-Вильсон. Однако исследование академика Г. А. Шайна [36] показало, что для ранних спектральных типов В, А имеется систематическая разница между спектральной классификацией Гарварда (HD) и Адамса и Джоя (Маунт-Вильсон) следующего характера: звезды, имеющие характеристику  $n$ , Адамсом и Джоем отнесены к более ранним подразделениям, чем звезды, имеющие характеристику  $s$ , т. е. часть звезд данного спектрального подкласса по HD, по Адамсу и Джоем отнесена к более поздним подразделениям, а

часть—к более ранним, в виду чего, в среднем не наблюдается систематического различия между классификацией HD и MW.

Причину такого различия нужно искать в следующем: как упоминалось выше, вращение звезд влияет на ширину (контуры) спектральных линий, в то время как полное поглощение остается неизменным. Следовательно, спектральная классификация, основанная на полных поглощениях, может игнорировать вращение звезд, характеризуя в первую очередь внутреннее строение звездных атмосфер. Классификация Дрэпера производилась со столь малой дисперсией, что даже у сильных линий имело значение лишь их полное поглощение. На Маунт-Вильсоне, наоборот работа велась со щелевым спектрографом, обладавшим большой дисперсией. Поэтому у вращающейся звезды металлические линии с небольшими интенсивностями казались слабее, чем это соответствовало полным поглощениям, и таким образом, звезда сдвигалась вдоль спектральной последовательности.

По этой причине, и ввиду того, что для исследуемых звезд (9<sup>ти</sup>) имелась лишь классификация HD, мы решили остановиться на последней.

Таким образом, спектральные типы из сводного каталога ГАИШ нами не применялись. Однако как видно из таблицы III, последняя лишь только для нескольких звезд отличается более чем на один подкласс от классификации HD. Это говорит в пользу последней.

В пользу спектральной классификации HD говорит также ее сравнение с классификацией Моргана [33], а также с Бергедорфским каталогом [37] (таблица IX). Последнее сравнение заимствовано из BSD [37]. Оно дается для всех звезд HD любой звездной величины, тем более оно будет осуществлено для таких ярких звезд, какими являются стандартные звезды (до 5.6 видимой зв. величины).

Таблица IX

Сп BSD	Сп HD
B5	B5
B8	B8
B9	B9
A0	A0
A2	A2
A4	A3
A6	A5
A9	F0

Однако, чтобы не просмотреть возможные случайные ошибки в классификации HD, мы переклассифицировали несколько звезд, которые более чем на один подкласс отличались от спектральных типов из сводного каталога ГАИШ, придерживаясь при этом критериев спектрального класса, употребляемых при классификации HD. В результате только для двух звезд был изменен спектральный тип. Эти звезды в таблице III обозначены звездочками.

Нужно заметить, что между A5 и F0 в каталоге HD нет подразделений, поэтому, когда звезда имеет класс A5 по HD, нужно подразумевать, что она может быть как A5, так и A6 и A7. За это говорит как ка-

талог BSD, так и классификация Моргана. Поэтому мы решили приписать звездам типа A5 по HD тип A6,—средний между A5 и A7 и таким образом довели возможную ошибку до одного подкласса. По этой же причине для класса A мы ограничились только областью A0—A7.

Итак согласно вышесказанному, можно предполагать, что для стандартных звезд возможная ошибка классификации не превышает одного подкласса. Это видно также из приведенных к одному подклассу редукционных кривых (чертежи 5 и 7), в которых разброс точек значительно уменьшился по сравнению с первоначальными кривыми (чертежи 6 и 8).

Для того, чтобы охарактеризовать полученные нами редукционные кривые, мы определили абсолютные величины используемых нами стандартных звезд из этих редукционных кривых и сопоставили их с данными других источников.

Определенные нами абсолютные величины даются в одиннадцатом столбце таблицы III.

В таблицах Ха и Хб даются средние систематические отклонения наших определений от данных других источников для звезд А и В, соответственно, в виде  $M_{сп,Аб} - M_{др.ист.}$ .

Таблица Ха ცხრილი

Таблица Хб ცხრილი

Источник წყარო	Средн. сист. отклон. საშ. სისტ. გადახრა	Число звезд ვარსკვლ. რიცხვი
$M_{\text{тр}}$	$0.0 \pm 0.06$	20
$M_{\text{сп,СКГ}}$	$+0.2 \pm 0.06$	32
$M_{\text{сп,Шлез}}$	$-0.3 \pm 0.06$	32

Источник წყარო	Средн. сист. отклон. საშ. სისტ. გადახრა	Число звезд ვარსკვლ. რიცხვი
$M_{\text{тр}}$	$+0.1 \pm 0.09$	8
$M_{\text{сп,СКГ}}$	$0.0 \pm 0.07$	25
$M_{\text{сп,Шлез}}$	$+0.3 \pm 0.06$	25

Как видим, для звезд А мы остаемся в системе тригонометрических абсолютных величин, а для звезд В в системе сводного каталога звездных параллакс ГАИШ, что и следовало ожидать, т. к. для первых редукционных кривых построены на основе тригонометрических абсолютных величин, а для вторых, наоборот,—на основе спектральных абсолютных величин из сводного каталога ГАИШ. Вдобавок вспомним (см. § 6), что для звезд В, системы  $M_{\text{тр}}$  и  $M_{\text{сп}}$  из сводного каталога ГАИШ почти не отличаются друг от друга, что видно также из таблицы Хб.

Очевидно, эти данные не полностью характеризуют реальную картину, т. к. они основаны все-же на скудном материале.

Заметим, что вполне возможна зависимость систематического отклонения от абсолютной величины, тем более, что при построении редукционных кривых, для сверхгигантов мы имели только спектральные абсолютные величины. Однако, пока мы не можем полностью рассмотреть этот вопрос, т. к. не имеем достаточного материала для этого.

Среднее отклонение  $M_{Аб} - M_{\text{тр}}$  равняется  $\pm 0.3$ , как для звезд А, так и для В. Следовательно, средняя дисперсия точек, соответствующих  $M_{\text{тр}}$  в редукционных кривых, равна  $\pm 0.3$  что следует считать вполне естественным, если принять во внимание все возможные ошибки.

Интересно было бы сравнение наших определений абсолютных величин с определениями Петри и Маунзеля [24] (Виктория), т. к.

эти авторы пользовались эквивалентной шириной  $H\gamma$ . В таблице XI приведены звезды, встречающиеся в обоих исследованиях.

Среднее систематическое отклонение  $M_{AB} - M_{Викт}$  оказалось  $+0^m.1 \pm \pm 0.09(5)$  и  $0^m.0 \pm 0.09(10)$  для звезд В и А, соответственно. Такой результат вполне возможен, хотя материал для сравнения очень мал, т. к. система абсолютных величин Петри и Маунзеля не отличается от системы тригонометрических абсолютных величин.

Среднее отклонение  $M_{AB} - M_{Викт}$  оказалось равным  $\pm 0^m.4(5)$  и  $\pm 0^m.3(10)$  для звезд В и А соответственно.

Как видим, результаты сравнения  $M_{AB}$  и  $M_{Викт}$  говорят в пользу того, что примененные нами критерии дают абсолютные величины, вполне сравнимые с теми, которые получаются при пользовании эквивалентными ширинами водородных линий. Очевидно это очень важно, т. к. освобождает нас от измерения эквивалентных ширин водородных линий, что очень затруднительно и препятствует массовым определениям абсолютных величин.

Таблица XI

№	Звезда	$m_B$ HD	Сп HD	$M_{B, \text{тр}}$	$M_{B, \text{сп}}$ Викт	$M_{B, \text{сп}}$ Аб
1	$\beta$ Ori	0.6	B8p	—	$-6^m.1$	$-4^m.7$
2	$\beta$ CMi	3.4	B8	$-0^m.1$	$+0^m.4$	$+0^m.2$
3	$\alpha$ Leo	1.3	B8	$-0^m.6$	$+0^m.2$	$-0^m.1$
4	$\lambda$ Aql	3.6	B9	$+0^m.7$	$+0^m.8$	$+0^m.4$
5	$\alpha$ Del	3.9	B8	$+0^m.4$	$+0^m.3$	$+0^m.3$
6	$\beta$ Leo	2.2	A2	$+1^m.6$	$+1^m.6$	$+1^m.3$
7	$\gamma$ UMa	2.5	A0	$-1^m.3$	$+1^m.2$	$+0^m.9$
8	$\delta$ UMa	3.4	A2	$+2^m.0$	$+0^m.8$	$+1^m.4$
9	13 Com	5.1	A2	—	$+1^m.5$	$+1^m.5$
10	16 Com	5.0	A2	$+1^m.6$	$+1^m.2$	$+1^m.4$
11	$\alpha$ CVn	2.9	A0p	0.0	$-0^m.2$	$-0^m.4$
12	$\zeta$ UMa	3.1	A2p	$-1^m.2$	$+1^m.1$	$+1^m.1$
13	$\zeta$ Vir	3.4	A2	$+0^m.8$	$+1^m.7$	$+1^m.2$
14	$\alpha$ CrB	2.3	A0	$+0^m.9$	$+0^m.2$	$+0^m.7$
15	$\delta$ Her	3.2	A2	$+0^m.4$	$+1^m.4$	$+0^m.8$

Итак, из всего вышеизложенного можно заключить, что построенные нами редуccionные кривые достаточно надежны.

### § 11. Звезды класса F

Как упоминалось выше, наши инструментальные возможности не позволили нам решить поставленную задачу для звезд класса F.

Дело в том, что т. к. для ранних и поздних спектральных подразделений мы имеем обратные друг другу эффекты абсолютной величины, то в классе F, который расположен между ними, они компенсируют друг друга. Вследствие этого эффект абсолютной величины в спектрах звезд класса F выражен очень слабо.

Обычно звезды F объединяются со звездами поздних спектральных подразделений и к ним применяются те же критерии абсолютной величины, что и к последним.

Однако, Эман [19] объединил эти звезды со звездами класса В и А и в качестве критерия абсолютной величины воспользовался интенсивностью водородных линий Бальмера.

Ввиду того, что при нашей дисперсии трудно было применить критерии поздних спектральных классов (металлические линии, если не говорить о поздних подразделениях F8, F9, почти не видны), мы решили последовать Эману, т. е. применить для звезд F тот же самый метод, что и для В и А. Хотя едва ли можно было сомневаться в том, что линии водорода в спектрах звезд типа F практически окажутся нечувствительными к абсолютной величине.

Критериями абсолютной величины служили соотношения

$$\frac{\lambda_{4220}}{H\delta} \text{ и } \frac{\lambda_{4220}}{H\gamma}$$

Полоска с центром  $\lambda 4220$  была выбрана как более свободный от спектральных линий поглощения участок спектра.

В таблице XII дается список стандартных звезд.

Здесь, ввиду того, что у нас не было данных каталога ГАИШ, применяются данные каталога Шлезингера.

Однако, как видно, почти все звезды имеют тригонометрические параллаксы.

В таблице XIII представлены данные наблюдений.

Результаты измерений и вычислений не показали сколько нибудь заметной зависимости между вышеуказанными соотношениями и абсолютной величиной (чертеж 10).

Нужно заметить, что полученный нами результат согласуется с результатом Э. Д. Вильямс [38], которая пришла к заключению, что в классе F водородные линии практически не чувствительны к эффекту абсолютной величины. По Э. Д. Вильямс результаты Эмана для F звезд частично могут быть объяснены тем, что при измерении в линии  $H\gamma$  полосы шириной 23Å, одновременно измерялись несколько сильных спектральных линий  $F_4+$  находящихся поблизости  $H\gamma$ .

Известно, что у звезд более поздних подразделений, чем G0, наблюдается увеличение интенсивности водородных линий, при переходе от карликов к гигантам одного и того же подкласса, т. е. здесь мы имеем обратное Штарк-эффекту явление. Следовательно, между A9 и G0 лежит область, в которой водородные линии нечувствительны к изменению абсолютной величины. Очевидно наши результаты, также как и результаты Э. Д. Вильямс, подтверждают, что эта область охватывает весь класс F. В самом деле, как видно из чертежа 10, даже звезды F0 не показывают какого либо эффекта.

Итак, по вышеуказанным причинам мы решили пока оставить звезды F вне рассмотрения и сделать их в будущем предметом особого исследования.

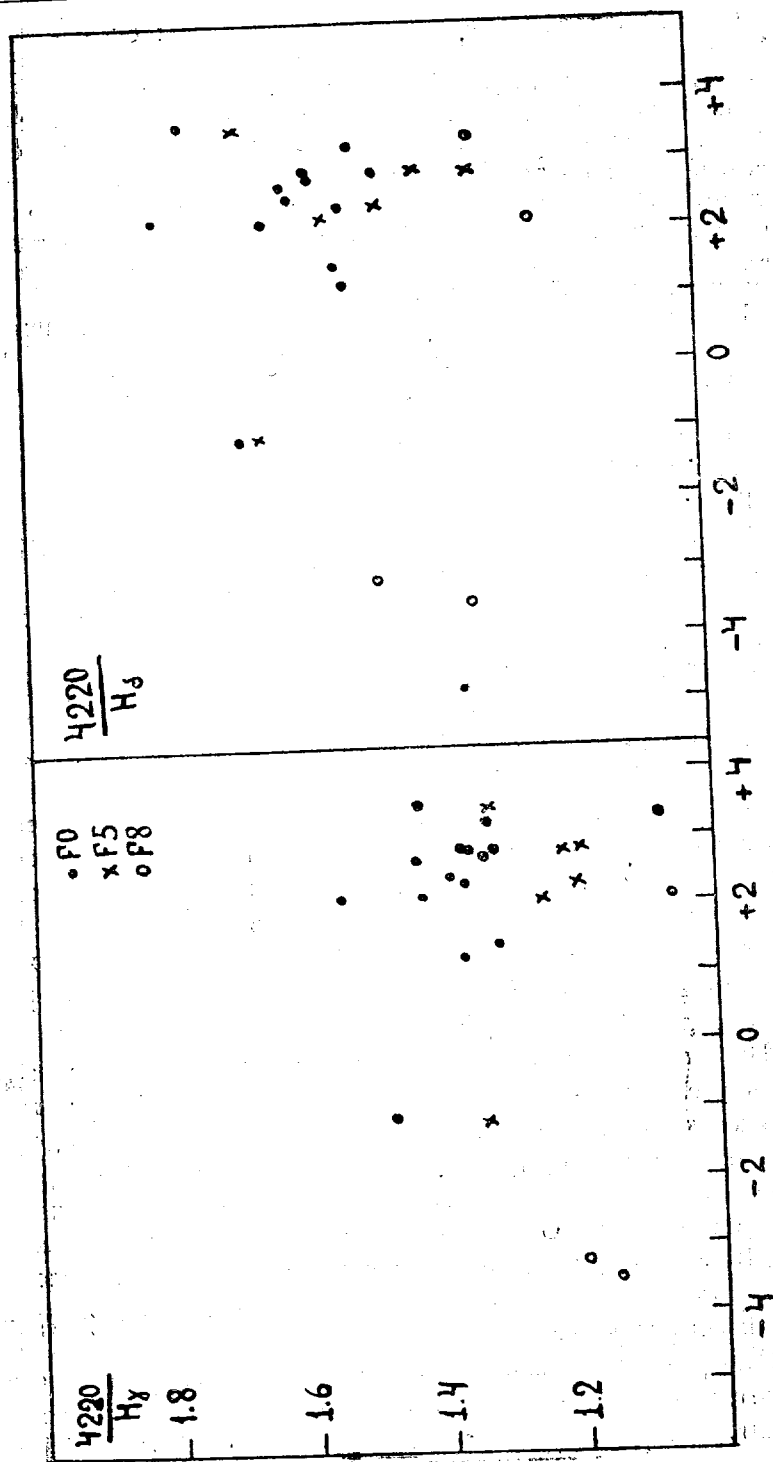


Рис. 10 53b.

Таблица XII ცხრილი

№№	Звезда პარალაქი	$\alpha_{1000}$	$\delta_{1000}$	$m_B$ HD	Сп HD	$\mu_{\text{тр}}$	$M_B, \text{тр}^2$	$M_B, \text{сп}$
1	$\alpha$ Tri	147 47.4	+29°06'	3.6	F5	+0".051 ± ".008	+2.1	+2.0
2	$\alpha$ Per	3 17.2	+49 30	1.9	F5	+ .009	4	-1.1
3	$\alpha$ Lep	5 28.3	-17 54	2.7	F0	- .003	6	-1.1
4	$\delta$ CMa	7 04.3	-26 14	2.0	F8p	- .019	9	-3.5
5	$\delta$ Gem	7 14.2	+22 10	3.5	F0	+ .060	5	+1.7
6	$\alpha$ CMi	7 34.1	+5 29	0.5	F5	+ .291	4	+2.8
7	$\theta$ UMa	9 26.2	+52 08	3.3	F8p	+ .056	6	+2.1
8	$\zeta$ Leo	10 11.1	+23 55	3.6	F0	+ .010	6	+1.2
9	37 UMa	10 28.7	+57 36	5.2	F0	+ .033	11	+2.8
10	$\eta$ Crv	12 26.9	-15 39	4.4	F0	+ .056	8	+3.2
11	78 UMa	12 56.4	+56 54	4.9	F0	+ .030	10	+2.3
12	PGC 3511	13 30.0	+37 42	5.0	F0	+ .019	6	+1.4
13	25 CVn	13 33.0	+36 48	4.9	F0	+ .027	6	+2.1
14	$\tau$ Boo	13 42.5	+17 57	4.5	F5	+ .061	7	+3.4
15	$i$ Vir	14 10.8	-5 31	4.2	F5	+ .042	7	+2.6
16	$\theta$ Boo	14 21.8	+52 19	4.1	F8	+ .068	7	+3.3
17	$\sigma$ Boo	14 30.3	+30 11	4.5	F0	+ .062	6	+3.5
18	16 Lib	14 52.0	-3 56	4.6	F0	+ .040	5	+2.8
19	$\sigma$ Ser	16 17.0	+1 16	4.8	F0	+ .038	6	+2.7
20	$\zeta$ Ser	17 55.2	-3 41	4.6	F0	+ .042	5	+2.7
21	$\delta$ Aql	19 20.5	+2 55	3.4	F0	+ .054	6	+2.1
22	$\gamma$ Cyg	20 18.6	+39 56	2.3	F8p	- .004	7	-3.2
23	$\epsilon$ Peg	22 41.7	+11 40	4.3	F5	+ .049	7	+2.8

Таблица XIII ცხრილი

№№	№ негатива ფარდობის ნომერი	Дата თარიღი	Объект ობიექტი	Экспозиция ექსპოზიცია	Z Среднее საშუალო
1	2386	1.IV.1948	$\alpha$ CMi	$30_s + 1_m + 30_s + 2_m + 2_m 30_s + 3_m 20_s$	57°34'
2	2387	"	$\zeta$ Leo	$2_m + 3_m + 5_m + 7_m + 10_m$	27 52
3	2393	3.IV.	$\tau$ Boo	$5_m + 8_m + 10_m$	28 21
4	2395	7.IV.	$\sigma$ Boo	$3_m + 5_m + 7_m + 10_m$	13 20
5	2396	"	$i$ Vir	$3_m + 5_m + 7_m + 10_m + 12_m$	48 47
6	2414	13.IV.	$\zeta$ Ser	$3_m + 5_m + 7_m + 10_m + 15_m$	47 56
7	2517	30.VII.	$\gamma$ Cyg	$30_s + 1_m + 1_m 30_s + 2_m + 3_m$	16 00
8	2563	5.X.	$\alpha$ Per	$30_s + 1_m 30_s + 2_m 30_s + 5_m$	25 50
9	2573	29.X.	$\epsilon$ Peg	$1_m 20_s + 4_m 40_s + 6_m + 8_m 30_s + 11_m$	30 04
10	2575	"	$\alpha$ Tri	$1_m 30_s + 3_m + 7_m + 9_m$	13 05
11	2577	"	$\alpha$ Lep	$1_m + 2_m + 4_m + 6_m + 9_m$	59 36
12	2590	31.X.	$\delta$ Gem	$1_m + 3_m + 5_m + 8_m$	21 34
13	2591	"	$\delta$ CMa	$30_s + 1_m + 2_m + 30_s + 5_m$	67 59
14	2665	21.II.1949	$\theta$ Boo	$1_m + 2_m + 4_m + 6_m + 8_m$	23 04
15	2710	23.IV.	$\theta$ UMa	$10_s + 35_s + 35_s + 45_s + 1_m 10_s + 2_m + 3_m$	17 15
16	2711	"	37 UMa	$1_m + 1_m + 2_m 10_s + 2_m 10_s + 3_m + 4_m 30_s$	18 22
17	2712	"	$\eta$ Crv	$18_s + 18_s + 30_s + 1_m + 1_m 50_s + 2_m 5_s + 3_m$	57 47
18	2713	"	25 CVn, PGC 3511	$25_s + 55_s + 1_m 25_s + 2_m + 3_m + 5_m 30_s$	7 14
19	3075	17.IV.1950	16 Lib	$30_s + 2_m + 40_s + 1_m 20_s + 2_m 30_s + 3_m + 4_m$	46 17
20	3076	"	$\sigma$ Ser	$1_m + 2_m + 3_m + 4_m + 5_m + 1_m + 2_m + 1_m 30_s$	40 37
21	3078	22.IV.	78 UMa	$1_m + 1_m 30_s + 30_s + 3_m + 4_m 30_s$	19 47
22	3082	"	$\delta$ Aql	$10_s + 20_s + 30_s + 40_s + 50_s + 1_m + 1_m 30_s$	48 29

## § 12. Определение абсолютных величин программных звезд

Прежде чем приступить к определению абсолютных величин программных звезд, нужно было выяснить следующие вопросы: каково влияние фона, как велики ошибки гидирования и ошибки поля. Эти вопросы не ставились для стандартных звезд, т. к. для них применялись короткие экспозиции и изображения получались всегда около центра пластинки.

**Влияние фона.** Мы уже упоминали о том, что негативы для площадок Каптейна, т. е. для исследуемых звезд получались с экспозициями от 1 до 2-х часов, поэтому фон последних значительно отличался от фона негативов стандартных звезд.

Естественно было поставить вопрос—вызывает ли это отличие фона какую-нибудь ошибку систематического характера в определении абсолютных величин исследуемых звезд или нет, т. е. нужно ли учитывать фон.

Этот вопрос был поставлен еще Н. Б. Каландадзе [29]. В своей работе автор пришел к заключению, что нужно учитывать фон и применил следующий путь: отсчет на спектральной линии  $n_\lambda$  сравнивается не с отсчетом фона  $n_\phi$ , как обычно, а с отсчетом незасвеченного места пластинки  $n_c$ . По значениям  $E_1 = 1000 \frac{n_\lambda}{n_c}$  и  $E_2 = 1000 \frac{n_\phi}{n_c}$  из характеристической кривой берутся  $I_1$  и  $I_2$  соответственно. Разность  $I_1 - I_2$  дает интенсивность линии, свободную от интенсивности фона.

В настоящей работе мы не пошли по этому пути по изложенным ниже соображениям. Впрочем и Н. Б. Каландадзе решила впоследствии отказаться от него. Дело в том, что учитывая фон этим способом, мы приходили к сильно отличающимся друг от друга результатам по полученным с разными экспозициями (1—2 часа) негативам одной и той же площадки Каптейна. Учитывая фон вышеуказанным путем, мы допускаем ошибку в оценке интенсивности фона  $I_2$ , так как последняя попадает в область недодержек характеристической кривой. Очевидно, допускаемая ошибка в оценке интенсивности фона  $I_2$  будет разной в разных случаях, что и вызывает несогласие результатов. Однако последнее не имело места, когда мы проделали ту же работу без учета фона. Поэтому мы предпочли в данной работе обойтись без учета фона. Для окончательного убеждения в справедливости этого мы проделали кроме того следующую работу.

Для стандартных звезд 2 Lac и 4 Lac, которые одновременно получают на пластинке и для которых мы имели негатив № 2866 (см. таблицу I), полученный с короткой экспозицией (последовательность нескольких изображений спектров с разными экспозициями; суммарная экспозиция 9 минут), мы сняли повторный негатив № 3221, на котором также была сфотографирована одна из исследуемых площадок Каптейна с 2-х часовой экспозицией. Измерение для упомянутых звезд негатива № 3221 без учета фона дало почти тождественные с негативом № 2866 результаты (таблица XIV).

Это окончательно подтверждает обоснованность наших выводов. Очевидно, этому благоприятствует то обстоятельство, что мы имеем дело со сравнительной спектрофотометрией, где сравниваемые линии находятся на одном и том же изображении спектра и очень близко друг от друга, т. е. образуются в точности в одинаковых условиях.



Заметим, что как уже упоминалось, мы все же старались так обрабатывать фотографически фотопластинки, чтобы фон на негативах был по возможности слаб.

Таблица XIV

$\frac{I}{I}$	2Lac		4Lac	
	№ Негатива		№ Негатива	
	2866	3221	2866	3221
$\frac{N_1}{H\gamma}$	1.51	1.50	1.24	1.22
$\frac{N_2}{H\delta}$	1.68	1.58	1.30	1.32
$\frac{N_3}{H\epsilon}$	1.76	1.75	1.34	1.42

Ошибка гидирования. Так как спектр простирался на пластинке по направлению  $\delta$ , а расширение мы производили по  $\alpha$ , то здесь имеется в виду гидирование по склонению.

Перемещение звезды по  $\delta$  может вызвать рефракция и неправильная установка инструмента. Эти вопросы нами уже были рассмотрены (см. § 3). Если вспомнить все вышесказанное, то нужно заключить, что никакой заметной ошибки гидирования мы не могли иметь. Это можно подтвердить также исходя из следующих соображений: если имеется ошибка гидирования, то она должна сказываться различно для пластинок, полученных с разной экспозицией и в разные ночи; однако этого не наблюдалось.

Ошибка поля. Как уже упомянуто, фотографирование производилось на пластинке  $9 \times 12$  см, что соответствует на нашем инструменте площади  $5^\circ \times 7^\circ$ . Прежде чем приступить к измерениям, нужно было определить годное поле пластинки.

Для этой цели, для КА 41, для которой был накоплен наблюдательный материал (исследуемая площадка), добавочно были получены негативы № 2548 и № 2580, перемещая центр данной площадки по  $\alpha$  и по  $\delta$ , соответственно, так, что те звезды, которые получались в оптическом центре негатива, в последних случаях расположились на краях пластинки. Измерения показали, что годное поле пластинки для данной работы можно считать простирающимся на  $5^\circ \times 5^\circ$ . Здесь, одним из благоприятствующих фактов является то, что мы имеем дело с измерением участков спектра шириной  $\approx 18\text{\AA}$ .

Спектральная классификация. Ко всему сказанному нужно добавить еще один вопрос, который возник и для стандартных звезд. Это—вопрос о спектральной классификации исследуемых звезд.

Нами уже было упомянуто, что метод, который мы применяем для определения абсолютных величин звезд, требует точной спектральной классификации последних. Для стандартных звезд этот вопрос уже был рассмотрен нами.

Покажем как обстоит дело с исследуемыми звездами в площадках Каптейна.

Очевидно, здесь мы не могли так просто основываться на классификации HD, т. к. в ней для слабых звезд чаще попадают грубые ошибки.

Однако, мы могли применить классификацию звезд BSD, тем более, что как мы уже видели, она оставляет нас в той же системе, какую мы имели для стандартных звезд—в системе HD. Но мы решили измерять все звезды типа B5—A7, находящиеся на том же поле пластинки ( $5^\circ \times 5^\circ$ ) и таким образом выходили из той области площадки Каптейна, для которой дается классификация в каталоге BSD; эта последняя область— $3.5^\circ \times 3.5^\circ$ . В последнем случае мы имели возможность пользоваться только классификацией HD и чтобы устранить грубые ошибки, которые чаще встречаются для слабых звезд, решили переклассифицировать все звезды в исследуемых площадках Каптейна и те, для которых имелась классификация в BSD. При этом мы пользовались общеизвестными критериями спектрального класса при Гарвардской классификации. В том случае, когда разница между нашими определениями и определениями BSD или HD была в пределах одного подкласса, мы брали их спектральный класс, а при большой разнице (таких случаев было немного) брали среднюю. Подразумевается, что там, где у нас была классификация BSD, сравнение происходило с последним, несмотря на то, что имелась и классификация HD. Делалось это потому, что на наши определения мы не хотели положиться полностью, не имея в этом деле проверенного опыта.

Таким образом можно предположить, что и для исследуемых звезд, также как и для стандартных, ошибка спектрального класса не превышает одного подкласса. В редком случае она может доходить до 2-х подклассов.

К вышесказанному можно добавить еще следующее: метод примененный нами для определения абсолютных величин звезд оставляет возможность в любое время, когда окажется, что данная звезда, например, не типа A3, а A5, придать ее абсолютной величине, полученной нами при предположении, что эта была звезда типа A3, поправку, соответствующую типу A5.

Здесь же заметим, что поправка абсолютной величины, соответствующая одному подклассу у нас получилась равной  $\pm 0^m.2$ , для B5—A0 и  $\pm 0^m.2$ , для A0—A7. Нижние знаки следует брать при переходе к более позднему спектральному подразделению, чем данная звезда и наоборот. Исходя отсюда, в нашем примере, к абсолютной величине, полученной для A3 нужно прибавить  $+0^m.5$ , чтобы получить абсолютную величину, соответствующую A5.

После всего вышесказанного мы можем перейти к вопросу об определении абсолютных величин программных или исследуемых звезд в шести площадках Каптейна.

Для облегчения работы мы составили таблицы, пользуясь редуцированными кривыми 5, 7 и 9 и определяли абсолютные величины непосредственно по этим таблицам.

У нас была возможность получить для каждой звезды три, а в случае звезд A5 и поздних спектральных типов,—два определения по одному снимку. Но мы пользовались не менее чем тремя снимками для каждой

площадки, так что для каждой звезды мы имели возможность получить 9 или 6 (в случае звезд А5—А7), а иногда и больше определений абсолютных величин (для КА 20, 41 у нас было по 4 негатива).

Нужно заметить, что в зависимости от звездной величины не на всех негативах данной площадки измерялись одни и те же звезды, т. к. последние снимались с разными экспозициями. Поэтому мы имеем меньше определений для звезд данной площадки, чем должны были бы иметь, судя по количеству полученных негативов для них.

Так или иначе, в шести площадках Каптейна нами определены абсолютные величины 176 звезд В и А (таблица XV).

Ошибка определения абсолютной величины. Как упоминалось выше, для каждой звезды мы имели несколько определений абсолютной величины (различные редуccionные кривые и различные негативы), арифметическое среднее которых принималось за окончательное значение абсолютной величины.

С целью выяснения точности наших определений мы вычислили вероятную ошибку среднего арифметического, применяя формулу:

$$\rho = \pm 0.674 \sqrt{\frac{[\lambda\lambda]}{n(n-1)}},$$

где  $[\lambda\lambda]$  сумма квадратов отклонений отдельных определений от арифметического среднего, а  $n$  число определений.  $\rho$  вычислялось для каждой звезды отдельно (десятый столбец таблицы XV). Из ряда же его значений была вычислена средняя вероятная ошибка определения абсолютной величины для всего каталога. Она оказалась равной:

$$\rho = \pm 0.09$$

Это указывает на отличное внутреннее согласие абсолютных величин, получаемых по различным редуccionным кривым  $\left(\frac{N_1}{H_\gamma}, \frac{N_2}{H_\delta}, \frac{N_3}{H_\epsilon}\right)$  и по различными негативам.

### § 13. Каталог абсолютных величин и истинных расстояний 176 звезд классов В и А

В каталоге (таблица XV) звезды расположены по возрастающим прямым восхождениям.

В первом столбце даны порядковые номера звезд, во втором и третьем—номера площадок Каптейна и номера звезд по каталогу BSD. Не все звезды имеют номера BSD, так как нами были определены, как упоминалось выше, абсолютные величины и таких звезд, которые не входили в каталог BSD.

В четвертом столбце представлены номера по каталогу HD. В пятом и шестом столбцах—координаты звезд для 1950 года.

Нужно заметить, что эти координаты мы вычислили, пользуясь координатами 1900 года из каталога HD и таблицами прецессии Петерса [39]. Вычисления производились с такой же точностью, с какой даются координаты в каталоге HD. Для звезд, которые не включены в каталог HD, мы пользовались координатами из каталога BSD.

В седьмом столбце даются визуальные величины звезд по каталогу HD. Мы использовали данные каталога HD потому, что во-первых, визуальные абсолютные величины определены нами на основе видимых визуальных величин ярких звезд из каталога HD и, во-вторых, у нас и не было других данных.

При употреблении данных каталога HD нужно помнить, что система визуальных величин звезд в нем неоднородна. Она меняется в зависимости от звездной величины. Однако, для ярких звезд (до  $5^m$ ) система не меняется, вследствие чего мы можем сказать, что определенные нами абсолютные величины даются в одной системе—системе визуальных величин ярких звезд HD.

Для звезд, не входящих в каталог HD, даются фотографические величины по каталогу BSD. Для того, чтобы отличить их, они помещены в скобки.

В восьмом столбце приведены спектры звезд соответственно по BSD, HD, A6 (наши определения) и A6<sup>1</sup>. Последние получены как окончательные значения, которыми мы и пользовались (см. § 12).

В девятом столбце приведены визуальные абсолютные величины звезд, определенные нами. В десятом столбце—вероятные ошибки определения абсолютных величин для каждой звезды. В одиннадцатом столбце—число определений абсолютных величин для данной звезды, причем в скобках даны числа пластинок, на которых были основаны определения.

В двенадцатом столбце даются расстояния звезд в парсеках, выведенные из данных настоящего каталога с учетом влияния межзвездного поглощения света, т. е. истинные расстояния. Так как в направлениях взятых нами площадок Каптейна имеются полные исследования поглощения Е. К. Харадзе [31], то мы решили воспользоваться этим и вычислить истинные расстояния, соответствующие видимым расстояниям, полученным из наших данных. Тем более, что взятые нами площадки Каптейна (таблица XVI) расположены очень близко к галактической плоскости и, следовательно, видимые расстояния могли быть значительно искажены поглощением света.

В исследовании Е. К. Харадзе [31] даются кривые зависимости цветовых избытков от истинного расстояния для каждой площадки Каптейна (КА I-43). Избытки цвета даны в интернациональной системе. Поэтому для вычисления величины  $\gamma$ , т. е. фактора, приводящего избыток цвета к полному поглощению, мы воспользовались эффективными длинами волн для  $\lambda_f$  и  $\lambda_{fv}$  в интернациональной системе. По Сирсу и Джойнер они равняются, соответственно,  $\lambda_{4270}$  и  $\lambda_{5430}$ , что дает для  $\gamma$ , приводящего избыток цвета к полному визуальному поглощению, значение  $\gamma = 3.7$ . Если принять во внимание нейтральное поглощение то для полного учета поглощения можно допустить  $\gamma$  равным 4.0. Последнее значение  $\gamma$  и было применено нами.

Зная значение  $\gamma_{CE}$  в зависимости от истинных расстояний в направлениях применяемых нами площадок Каптейна, мы могли производить вычисления расстояний с учетом поглощения по формуле:

$$\lg r = 0.2(m - M - \gamma_{CE}) + 1$$

Применяя эту формулу нужно помнить, что  $\gamma_{CE}$  дается в интернациональной системе. Если  $m$  и  $M$  были бы в одной определенной системе, то

Таблица XV ცხრილი

№	KA	BSD	HD	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$	$m_B$ HD	Cn BSD HD A6 A6' A6'	$M_{B, \text{en}}$ A6	p	n	$r_{nc}$	$\frac{E_k - A}{H_\gamma}$	lg g
1	20		2560	0 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 09	+47°13'	8 <sup>m</sup> 9	A2 A2 A2	-0 <sup>m</sup> .2	±0.048	3(1)	560	9.0	3.6
2	20		2599	27 2	+46 07	8.7	A3 A5 A4	-2.4	.155	4(2)	1190	4.3	3.1
3	20		2621	27.4	+44 47	9.2	A0 A1 A0	-1.4	.147	6(2)	1020	8.6	3.5
4	20		2836	29.4	+46 52	8.1	A2 A1 A2	+1.3	.073	9(3)	251	14.8	4.0
5	20		2837	29.4	+43 27	9.0	A0 A0 A0	-0.6	.139	5(2)	649	9.2	3.7
6	20		2876	29.7	+43 35	8.4	B9 B9 B9	-0.1	.078	3(3)	510	8.5	3.8
7	20		2982	30.7	+47 23	7.9	A2 A3 A2	+0.4	.069	5(2)	302	10.7	3.8
8	20		3069	31.5	+43 05	8.0	A3 A5 A4	-1.5	.114	5(2)	603	5.2	3.3
9	20		3080	31.6	+44 48	9.0	A2 A2 A2	+0.4	.073	6(3)	470	9.9	3.8
10	20		3291	33.6	+44 23	7.3	B9 B9 B9	+0.5	.030	9(3)	275	10.7	3.9
11	20	295	3543	36.0	+47 46	8.4	A2 A2 A2	-1.0	.094	9(4)	603	7.3	3.5
12	20	1078		36.1	+46 00	(9.44)	B9 A0 A0	-0.4	.136	5(2)		7.2	3.8
13	20	373	3565	36.2	+44 24	7.9	A0 A1 A0	+1.2	.029	9(3)	229	15.6	4.1
14	20		3575	36.3	+43 38	8.8	A A3 A3	-0.6	.071	10(4)	603	7.4	3.5
15	20		3683	37.2	+42 24	8.5	A3 A2 A3	+0.4	.092	5(2)	373	10.2	3.7
16	20	1950	3803	38.3	+46 42	8.4	A5 A5 A5	+0.3	.072	8(4)	373	8.5	3.8
17	20	1970	3873	39.0	+47 10	8.6	A0 A1 A0	-1.5	.145	12(4)	787	8.6	3.5
18	20	2043	4117	41.3	+46 42	8.4	A5 A5 A5	-0.1	.129	8(4)	449	8.4	3.6
19	20		4223	42.3	+43 12	8.8	A3 A5 A4	-1.9	.100	7(3)	847	4.5	3.2
20	20		4254	42.7	+47 30	8.8	A5 A7 A6	-0.9	.089	8(4)	670	6.0	3.3
21	20		4267	42.7	+43 07	8.0	A5 A5 A5	-1.0	.095	8(4)	510	5.5	3.2
22	20	1349	4297	43.0	+45 37	8.7	B9 B9 B9	-1.6	.078	12(4)	1020	5.7	3.5
23	20	620	4364	43.7	+47 32	8.2	A3 A4 A4	+1.0	.118	9(3)	240	11.8	3.9
24	20		4460	44.5	+45 01	8.8	B B5 B5	-2.1	.057	12(4)	1020	3.2	3.7
25	20	653	4478	44.6	+43 24	8.8	A3 A2 A3	-0.7	.081	11(4)	847	8.4	3.6
26	20		4604	45.7	+42 43	8.9	A A2 A2	-1.0	.112	5(2)	510	6.4	3.5
27	20		4696	46.7	+47 20	8.5	A0 B9 B9	-0.7	.156	5(2)	731	7.0	3.7
28	20		4950	49.2	+45 32	8.3	B9 A0 A0	+0.6	.085	9(3)	649	7.1	3.7
29	20		4985	49.6	+43 32	8.5	B9 A0 A0	-0.2	.030	12(4)	358	12.3	4.0
30	20	2397	5049	50.1	+46 51	7.9	B9 A0 A0	-0.8	.056	12(4)	358	10.2	3.8
31	20		5064	50.2	+43 41	8.6	A0 A1 A0	+1.2	.090	9(3)	603	9.3	3.7
32	20		5091	50.5	+46 19	7.8	A0 A2 A1	-0.1	.064	12(4)	219	14.5	4.1
33	20	2488	5334	52.9	+46 52	8.0	A0 B9 B9	-0.1	.107	6(2)	391	9.1	3.9
34	20	2494	5344	53.0	+46 37	7.8	A0 B9 B9	-0.3	.088	6(2)	409	9.0	3.7
35	22		15561	2 28.3	+42 20	7.7	A0 A1 A0	+0.4	.078	3(1)	263	10.9	3.9

Таблица XV Өбөгөмө

№	KA	BSD	HD	$\alpha_{1850}$	$\delta_{1850}$	$m_B$ HD	Сп BSD HD A6 A6'	MB,сп A6	$\rho$	n	$r_{ис}$	$\frac{E_{\lambda}-A}{H_{\gamma}}$ H $\delta$	lg g
36	22		15669	2h29m3	+42°30'	9 m2	A0 B9 A0	-1 m2	$\pm 0.160$	4(2)	820	7.7	3.6
37	22		15744	29 9	+44 14	8 4	A2 A2 A2	+0 4	.125	9(3)	365	8.1	3.7
38	22		15787	30 4	+44 19	8 6	A0 A2 A1	-0 8	.078	6(2)	619	7.6	3.5
39	22	2993	15853	31 2	+46 29	8 0	A0 A1 Aop	-0 6	.149	6(2)	433	8.7	3.7
40	22	1819	15965	32 1	+45 44	9 5	A0 A A0 A0	-1 5	.154	8(3)	1066	6.7	3.5
41	22	16	16013	32 5	+43 59	8 2	A0 B9 A1 A0	-0 5	.119	6(2)	474	8.6	3.7
42	22		16174	33 9	+43 26	8 8	A0 A0 A0 A0	-1 6	.156	8(3)	809	7.2	3.5
43	22	2005	16385	35 9	+45 59	7 8	A0 A0 A0 A0	-0 5	.102	9(3)	595	9.0	3.7
44	22	855	16430	36 3	+44 38	7 1	B9 B9 B9 B9	-1 0	.059	5(2)	239	6.5	3.6
45	22		16604	37 9	+47 21	7 7	B9 B9 B9 B9	+0 7	.074	9(3)	785	6.2	3.6
46	22	2202	16704	38 9	+45 27	9 0	B9 B9 B9 B9	-1 0	.028	6(2)	413	6.9	3.8
47	22	3355	16833	40 2	+46 45	7 9	B8 A0 B9 B9	-0 4	.086	9(3)	580	6.5	3.7
48	22	2476	17115	43 0	+45 15	8 1	B9 A0 B9 B9	-0 8	.078	8(3)	982	6.6	3.5
49	22	3534	17180	43 6	+46 53	9 2	A0 A0 B9 A0	-1 6	.125	8(3)	1020	6.3	3.3
50	22		17199	43 8	+45 43	8 9	A0 B9 B9 A0	-2 0	.121	7(3)	719	5.9	3.4
51	22	1374	17237	44 2	+45 05	9 0	A3 A5 A4 A3	-1 0	.057	6(2)	395	7.4	3.8
52	22	379	17280	44 6	+44 00	7 9	B9 B9 A2 A1	+0 4	.046	6(2)	239	8.7	3.8
53	22		17316	44 9	+43 26	7 4	A2 A3 A2 A2	+0 4	.055	6(2)	256	11.0	3.8
54	22		17456	46 2	+46 57	7 8	A0 A3 A1 A1	-1 6	.110	9(2)	619	10.3	3.8
55	22	1592	17569	47 3	+43 06	8 0	A0 A0 A0 B9	-0 7	.094	5(3)	677	6.9	3.7
56	22	596	17604	47 7	+44 57	8 7	A0 A0 A0 A0	-0 8	.114	3(1)	565	8.1	3.6
57	22		17825	49 8	+43 38	8 4	B9 B9 B9 B9	-0 6	.064	6(2)	335	7.3	3.7
58	23		21565	3 27 1	+42 50	7 5	A0 A2 A1 A1	+0 6	.052	6(2)	255	9.7	3.7
59	23		21578	27 2	+44 40	8 8	B9 A0 B9 B9	+0 6	.094	6(2)	320	12.2	4.0
60	23		21751	28 8	+42 35	7 8	A0 A2 A1 A1	+0 6	.052	6(2)	255	11.6	3.9
61	23		21855	29 8	+47 15	8 6	A2 B9 A1 A1	-1 5	.094	6(2)	700	6.7	3.4
62	23		21932	30 6	+46 40	8 9	A2 B9 B9 A0	-2 2	.107	6(2)	863	5.5	3.3
63	23	13	22268	33 4	+43 54	8 9	B8p B9 B9 B9	+0 6	.046	6(2)	305	10.0	4.0
64	23	21	22351	34 2	+43 23	8 2	B9 A0 B9 B9	-0 7	.137	6(2)	700	8.3	3.7
65	23	1010	22390	34 6	+46 07	9 2	A0 B9 B9 B9	+0 7	.084	9(3)	665	14.3	4.0
66	23		22401	34 7	+47 25	7 7	B8 B9 B9 B9	-1 2	.108	6(2)	283	5.6	3.6
67	23	62	22626	36 7	+43 54	8 6	A0 A1 A0 A0	+0 5	.066	6(2)	335	10.4	4.0
68	23	505	22719	37 5	+44 46	8 0	B8 B9 B9 B9	+0 8	.050	9(3)	550	5.8	3.7
69	23		22874	38 8	+45 17	8 4	A0 B9 B9 B9	-0 8					
70	23	612	23118	40 9	+44 12	8 4	B8 B9 B9 B9	-0 8					

Таблица XV 066000

$\Sigma \Delta$	KA	BSD	HD	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$	$m_B$ HD	Сп BSD HD A6 A6'	МВ,сп A6	$\rho$	"	$\tau_{\text{пе}}$	$\frac{E_{\lambda}-A}{H_{\gamma}}$	$\lg g$
71	23	23624	23624	3 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup>	+42 <sup>o</sup> 44'	7 <sup>m</sup> 8	B8 B9 B8	-0.3	$\pm 0.038$	3(1)	335	6.8	3.8
72	23	23690	23690	45.5	+46 40	8.0	Aop A2 Aop	+0.3	.094	6(2)	270	11.1	3.9
73	23	24011	24011	48.0	+46 58	8.0	A3 B9 B5 B7	+0.3	.081	6(2)	270	9.9	3.7
74	23	24177	24177	49.4	+45 48	8.0	B9 B5 B7	+0.3	.086	6(2)	637	4.5	3.7
75	23	24260	24260	50.1	+45 37	8.4	B9p A0 A1 B9p	+0.4	.101	7(3)	335	12.4	4.0
76	23	24352	24352	50.9	+45 37	8.4	B8p B8 A1 B8p	+0.9	.030	3(1)	290	10.9	4.1
77	25	33599	33599	524.3	+42 19	8.2	A2 A2 A2	+0.1	.132	4(2)	318	8.4	3.7
78	25	33727	33727	25.4	+46 03	9.7	A2 A0 A1	-2.7	.129	4(2)	1450	3.8	3.2
79	25	33799	33799	25.8	+42 12	8.6	A3 A3 A3	-1.2	.117	6(3)	580	6.1	3.3
80	25	33848	33848	26.1	+44 47	8.9	A0 A0 A0	-2.2	.095	8(3)	880	5.5	3.3
81	25	33897	33897	26.4	+42 12	9.2	A0 A0 A0	-1.0	.042	6(3)	690	7.4	3.6
82	25	36098	36098	27.9	+45 28	9.0	A0 A0 A0	-1.9	.124	8(3)	830	6.2	3.4
83	25	36147	36147	28.2	+44 26	8.2	F8 B9 B8	-3.0	.182	9(3)	1710	3.5	3.2
84	25	36157	36157	28.4	+47 11	7.7	B9 A0 B9	+0.6	.106	3(1)	250	13.3	4.0
85	25	36173	36173	28.4	+42 29	8.0	B9 B9 B9	+0.3	.032	8(3)	302	10.5	3.9
86	25	36180	36180	28.6	+46 08	9.2	A2 A2 A2	-1.0	.106	8(3)	690	7.9	3.4
87	25	36245	36245	28.9	+44 20	7.6	B8 B9 B8	-0.7	.071	6(2)	366	6.5	3.7
88	25	36259	36259	29.0	+43 40	8.4	A0 B9 A0	-1.9	.104	12(4)	745	5.9	3.4
89	25	36304	36304	29.2	+42 56	8.4	B9 B9 B9	-1.6	.068	11(4)	710	5.5	3.5
90	25	36318	36318	29.4	+46 50	7.5	A0 A2 A1	-0.1	.065	9(3)	260	10.2	3.7
91	25	36334	36334	29.5	+45 42	8.4	A0 A0 A0	-1.1	.057	9(3)	520	7.7	3.6
92	25	36339	36339	30.2	+43 44	8.9	A0 A0 A0	-2.3	.117	9(3)	920	6.1	3.2
93	25	36439	36439	30.5	+44 12	9.2	A0 A0 A0	-0.2	.131	9(3)	535	8.8	3.8
94	25	36467	36467	30.9	+45 13	8.5	B7p B9 D9 B7p	-1.1	.059	9(3)	620	5.9	3.8
95	25	36534	36534	31.8	+42 24	8.5	A5 A6 A6	+1.1	.073	4(2)	260	9.3	3.8
96	25	36640	36640	32.0	+44 54	8.6	A3 A5 A4	-0.4	.124	8(3)	450	6.7	3.5
97	25	36662	36662	32.1	+45 37	8.0	B7 B8 B8 B7	-1.1	.061	9(3)	500	5.5	3.8
98	25	36692	36692	32.5	+43 07	8.8	A2 A2 B9 A1	-2.0	.062	9(3)	810	6.0	3.3
99	25	36755	36755	32.7	+44 43	8.0	B6 B9 B8 B7	-0.3	.049	6(3)	350	7.3	4.0
100	25	36772	36772	34.3	+45 38	8.0	B8 B9 B9 B8	-0.7	.042	9(3)	440	6.5	3.7
101	25	37050	37050	34.4	+46 10	8.8	B9 A0 B9 B9	+0.5	.118	9(3)	366	12.1	4.0
102	25	37383	37383	36.4	+44 41	(9.38)	B7 B7 A3 B9 B7p	-2.2	.048	9(3)	860	3.3	3.5
103	25	37424	37424	37.0	+43 42	7.9	A3 A3 A3 A3	+0.3	.062	6(3)	260	3.5	3.6
104	25	37434	37434	39.4	+45 41	7.7	B8p A2 A A	+1.4	.063	9(3)	180	9.8	3.7
105	25	37736	37736	39.4	+44 50	7.7			.055	6(2)		15.4	4.0

Таблица XV Գծանուն

$\frac{m}{m_0}$	KA	BSD	HD	$\epsilon_{14850}$	$\delta_{1850}$	$\frac{m_B}{HD}$	$\frac{C_{\Pi}}{BSD \quad HD \quad A_6 \quad A_6'}$	$\frac{M_{B, \text{en}}}{A_6}$	$\rho$	n	r <sub>ис</sub>	$\frac{E_{\lambda-\lambda_0}}{H_{\gamma} E_b}$	lg g
106	25	1333		5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 5	+46°16'	(9 <sup>m</sup> 07)	B8	B8	-1.48	±0.126	6(2)	4.3	3.5
107	25	687	38с60	41.6	+44 42	9.2	B9	B8	-1.1	.174	7(3)	6.3	3.5
108	25	712	38188	42.6	+44 45	7.8	B8	B9	-0.4	.054	8(3)	7.4	3.8
109	25	725	38245	42.9	+44 04	8.2	B8p	Ao Ao Ao	+0.2	.052	12(4)	9.2	3.8
110	25	1115	38287	43.3	+45 46	8.0	A2	A2 A2 A2	-0.1	.127	8(3)	9.3	3.7
111	25	254		43.4	+43 31	(9.19)	B5	B9 B5	-2.5	.097	7(3)	2.5	3.6
112	25	1168		45.6	+45 19	(9.49)	B8p	B9 B8p	-1.0	.175	7(3)	6.9	3.7
113	25	1177	38730	46.5	+45 04	8.1	B8	Ao Ao B8	+0.2	.055	12(4)	9.4	3.9
114	25	319	38817	47.0	+44 00	7.4	B9p	A2 A3 A1	+0.6	.048	6(2)	13.6	3.9
115	25	1392	38832	47.2	+46 17	8.6	Ao	Ao Ao Ao	-1.7	.067	9(3)	6.4	3.5
116	25	324	38850	47.2	+43 41	8.0	B9	Ao Ao B9	-0.2	.041	12(4)	8.2	3.8
117	25	1194	38959	48.0	+45 17	8.6	A2	A2 A2 A2	-0.8	.127	4(2)	8.0	3.5
118	25	884	39250	49.8	+44 17	8.4	Ao	Ao Ao Ao	-1.6	.148	3(1)	7.4	3.5
119	26		45349	25.5	+44 55	8.6	B9	Ao Ao B9	+0.2	.060	6(2)	9.2	3.6
120	26		45370	25.6	+45 47	8.9	Ao	Ao A1 Ao	-0.6	.093	4(2)	8.8	3.6
121	26		45621	27.1	+46 20	9.0	B9	Ao A1 Ao	-0.7	.034	6(2)	7.10	3.9
122	26		45670	27.3	+43 21	8.6	Ao	A2 A1	-0.4	.028	4(2)	8.7	3.6
123	26		45671	27.3	+42 29	8.6	Ao	Ao A1 Ao	-0.3	.094	5(2)	9.4	3.7
124	26		45781	28.1	+45 46	9.2	Ao	Ao A1 Ao	-1.6	.080	6(2)	7.4	3.5
125	26		45992	29.2	+42 00	8.7	A3	A3 A3 A3	-1.0	.112	5(2)	6.8	3.4
126	26		46512	32.4	+42 39	8.0	Ao	Ao A1 Ao	+0.8	.049	9(3)	250	4.0
127	26	794	46674	33.3	+44 46	8.7	A4	Ao A1 Ao	-0.5	.100	5(2)	9.4	3.6
128	26	1675	46822	34.1	+45 13	8.8	A2	A2 A3 A4	-0.8	.073	6(3)	6.7	3.5
129	26		46983	34.8	+42 04	8.6	A2	A2 A2 A2	-0.3	.104	6(3)	8.4	3.6
130	26	925	47290	36.5	+44 55	9.2	A2	A3 A3 A2	-2.4	.136	8(3)	5.4	3.2
131	26	2488	47411	37.1	+46 25	9.2	B8	Ao A1 B9	-0.9	.064	5(2)	6.8	3.6
132	26	1846	47589	38.0	+45 52	8.7	A3	Ao A2 A3	+0.5	.057	6(3)	400	3.8
133	26	369	48156	40.5	+43 44	9.0	A7	A5 A6 A7	-1.0	.057	6(3)	775	3.3
134	26	368	48173	40.6	+43 07	9.0	B9	Ao A2 Ao	-0.5	.106	8(3)	650	3.7
135	26	2611	48296	41.3	+46 05	8.4	E9	Ao A1 Ao	+0.2	.096	9(3)	430	3.9
136	26	2673	48658	43.1	+46 05	8.8	B8	Ao B9 B8	-0.2	.050	9(3)	595	3.9
137	26	603	48748	43.4	+42 05	8.5	A2	A2 A2 A2	-1.4	.073	9(3)	740	3.4
138	26		49401	46.8	+43 47	8.9	A4	Ao A3 A4	-1.8	.158	9(3)	1000	3.2
139	26	1436	49581	47.6	+44 07	8.0	A1	A2 A3 A2	+0.8	.089	6(2)	265	4.0
140	26		49884	49.1	+42 41	7.8	-	Ao Ao Ao	-1.5	.115	6(2)	550	3.5



## Определение спектральных абсолютных величин слабых звезд...

Таблица XV 0660000

№	KA	BSD	HD	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$	$m_B$ HD	Сп	$M_{B, \text{сн}}$ A6	$\rho$	n	$\gamma_{\text{ис}}$	$\frac{E_{\lambda} - A}{H_{\lambda}}$	lg g
141	41	20	206098	21h36m6	+46°04'	8 m2	A2 A3 A2	0.0	$\pm 0.092$	8(3)	314	9.9	3.7
142	41		206329	38.2	+46 03	8.7	A0 A0 A0	+0.4	.136	6(2)	330	13.1	4.0
143	41		206732	40.9	+44 36	8.6	A3 A2 A1	-2.0	.063	8(3)	766	5.6	3.3
144	41	2356		42.2	+44 36	(8.45)	A3 A3 A3	-1.8	.066	6(2)		5.1	3.2
145	41	508	207050	43.1	+44 53	8.7	A2 A2 A1	-0.3	.088	5(2)	440	8.7	3.7
146	41		207331	45.1	+43 05	8.1	A0 A2 A1	0.0	.079	6(2)	300	9.7	3.7
147	41	79	207431	45.7	+43 46	7.6	A0 A0 A0	+0.6	.077	6(2)	200	13.6	4.0
148	41	117		47.3	+44 10	(8.97)	A3 A3 A3	+0.1	.078	4(2)		9.0	3.6
149	41	2613	207886	49.1	+46 57	8.6	A5 A3 A2	-1.1	.106	6(2)	565	7.9	3.4
150	41	2636	207952	49.7	+46 55	7.8	A2 A0 A1	-2.0	.126	6(2)	565	6.1	3.3
151	41	1775	207953	49.7	+45 58	8.2	B9 B9 A1	-1.9	.051	4(2)	670	5.5	3.3
152	41	1895	208310	52.4	+45 19	8.5	A0 B9 B9	-0.1	.095	6(2)	425	8.4	3.8
153	41		208313	53.6	+44 43	7.8	P9 B9 B9	+0.2	.080	5(2)	265	10.5	3.9
154	41		208608	54.3	+47 14	8.6	A2 A2 A2	-0.3	.027	4(2)	425	8.5	3.6
155	41	2028		54.6	+45 55	(8.62)	B9 B9 B9	-0.2	.041	8(3)		8.7	3.8
156	41		208699	55.0	+42 23	7.7	A0 A0 A0	-0.2	.118	4(2)	265	9.8	3.7
157	41		208797	55.6	+47 11	7.6	A0 A2 A1	+0.2	.110	6(2)	240	10.0	3.8
158	41		208861	56.0	+42 55	7.6	A2 A0 A1	+0.7	.072	8(3)	194	12.3	4.0
159	41		208878	56.1	+43 00	7.4	B9 B8 F9	-0.4	.086	6(2)	285	8.2	3.7
160	41	1139	208940	56.6	+44 27	8.1	F0 A4 A2	-0.3	.088	12(4)	343	8.3	3.6
161	41	1195	209113	57.9	+44 44	8.1	A0 A2 A1	-0.7	.070	12(4)	405	8.2	3.6
162	41	1202	209125	58.0	+42 20	7.5	A2 A2 A2	+0.6	.094	6(2)	194	11.4	3.9
163	41		209147	58.1	+44 18	7.7	A2 A2 A1	-0.1	.088	12(4)	255	10.2	3.7
164	41		209246	58.8	+43 23	7.6	A5 A5 A6	-0.2	.059	6(3)	255	6.9	3.5
165	41	2972		58.8	+46 51	(8.85)	A2 A3 A2	-1.4	.113	7(3)		6.8	3.4
166	41	1243	209309	59.3	+44 26	8.2	B9 A0 B9	+0.6	.068	6(2)	250	12.4	4.0
167	41	3006		59.7	+46 32	(9.02)	B9 B9 B9	-0.5	.082	3(2)		7.4	3.7
168	41		209469	60.7	+42 34	7.1	B9 B9 B9	-0.2	.082	3(1)	240	8.8	3.8
169	41	2289	209482	60.7	+45 58	8.7	B9 A B9	-0.1	.133	6(2)	460	9.6	3.8
170	41	3051		61.2	+46 31	(8.71)	B9 A0 B9	-0.7	.085	6(2)	390	10.9	3.9
171	41	1322	209570	61.3	+44 25	8.7	A0 A0 B9	+0.3	.125	11(4)	592	5.8	3.2
172	41	3072	209638	61.8	+46 20	8.1	A2 A3 A3	-1.7	.080	8(3)	845	5.3	3.4
173	41		209664	62.0	+45 01	8.6	A B9 A0	-2.4	.056	7(3)	620	7.9	3.6
174	41		209737	62.5	+45 10	8.8	A0 A0 A0	-1.1	.053	9(3)	255	11.6	3.9
175	41		209814	63.0	+44 32	8.2	A0 A2 A1	+0.5	.126	3(1)	405	6.8	3.5
176	41		210208	63.8	+42 42	7.5	B9 B8 B9	-1.1					

для  $m-M$  не имело бы значения какая именно эта система и мы могли бы не приводить их к интернациональной системе. Но, как мы упоминали, система визуальных величин звезд в каталоге HD меняется в зависимости от самой величины.

Таблица XVI ცხრილი

№	КА	$\alpha_{1900}$	$\delta_{1900}$	$l_{1900}$	$b_{1900}$
1	20	04 40 <sup>m</sup>	+45° 20'	88°	-17°
2	22	2 38	+45 10	111	-13
3	23	3 39	+45 00	120	-7
4	25	5 37	+44 50	133	+9
5	26	6 36	+44 50	138	+18
6	41	21 50	+45 00	61	-8

В статье П. П. Паренаго «Шкалы и каталоги звездных величин» [40] даются таблицы, по которым нужно исправлять визуальные величины HD, чтобы считать их приведенными к интернациональной фотовизуальной шкале. Если принять во внимание, что в нашем каталоге как абсолютные, так и видимые величины даются в десятичных долях, то и поправки должны быть взяты с точностью до десятичных единиц. В таком случае для стандартных звезд до 5<sup>m</sup> (включительно) мы имеем  $m_{фв} = m_{Hb} - 0.1$  и, так как абсолютные величины определяются на основе этих звезд, то мы будем иметь:

$$M_{Iфв} = M_{Hb} - 0.1.$$

Что касается исследуемых звезд (7<sup>m</sup> 0—10<sup>m</sup> 0),—для них придется пользоваться таблицей XVII.

Пользуясь этими данными мы привели  $m$  и  $M$  нашего каталога к интернациональной системе.

Таблица XVII ცხრილი

$m_{Hb}$	$m_{фв}$
7 <sup>m</sup> 0—8 <sup>m</sup> 0	$m_{Hb} + 0.1$
8.1—9.0	$m_{Hb} + 0.2$
9.1—10 0	$m_{Hb} + 0.3$

Итак, мы имели все данные для вычисления истинных расстояний по вышеуказанной формуле. Вычисление производилось следующим образом: по видимому расстоянию  $m-M$ , находилось соответствующее ему значение  $\gamma_{CE}$ . Очевидно, пользуясь последним, по вышеуказанной формуле получается минимальное значение истинного расстояния  $r-r$ . Если использовать теперь значение  $\gamma_{CE}$  соответствующее найденному  $r'$ , то оно даст максимальное значение  $r-r''$ .

Таким образом, путем проб и последовательных приближений, повторяя последние по несколько раз, мы приходили к расстоянию, для кото-

рого соответствующее  $\gamma_{SE}$  давало это же расстояние. Очевидно, в таком случае получалось истинное расстояние, соответствующее данному  $m-M$ .

Таким путем нами вычислены истинные расстояния для всех звезд нашего каталога, за исключением тех нескольких звезд, для которых не имелось видимых визуальных величин, т. к. они не были включены в каталог HD.

#### § 14. Обсуждение результатов

К сожалению, для звезд нашего каталога (табл. XV) не оказалось данных об абсолютных величинах из других источников, что затрудняет полное обсуждение результатов. Причину отсутствия их мы должны искать в сравнительной слабости программных звезд; для звезд видимой величины  $7^m - 9^m$  нет массовых определений спектральных абсолютных величин. Кстати, это обстоятельство лишний раз подчеркивает важность предпринятой в Абастуманской обсерватории работы. Ниже приводится единственная звезда, общая с каталогом Шлезингера, с соответствующими значениями абсолютных величин:

HD	$m_v$	Sp	$M_{sp, A6}$	$M_{sp, Шлез.}$
37736	$7^m 7$	A2	$+1^m 4$	$+1^m 8$

Если учесть среднее систематическое отклонение  $M_{A6} - M_{sp, Шлез.} = -0^m 3$  (см. § 10), то последние совпадают друг с другом.

Однако результаты дискуссии для стандартных звезд (см. § 10) мы можем перенести на исследуемые звезды ( $7^m 9^m 5$ ) т. к., как мы видели, переход от стандартных звезд к исследуемым ничего не меняет в методике определения абсолютных величин.

На чертеже 11 дается диаграмма Спектр-светимость, построенная на основе данных нашего каталога (таблица XV). Для сравнения приводим соответствующую часть из диаграммы Спектр-светимость [26], построенной П. П. Паренaго на основе  $M_{sp, скг}$  (чертеж 12).

Сравнивая последние, мы ясно видим, что для звезд А нуль-пункт расходится приблизительно на  $1^m$  ( $M_{A6} - M_{sp, скг} = -1^m 0$ ).

Однако, такое расхождение нуль-пункта для звезд А вызывает сомнение. В самом деле, как показано, для стандартных звезд  $M_{A6} - M_{sp, скг} = +0^m 2$ , а переход к исследуемым звездам в методике определения абсолютных величин ничего не меняет, т. е. и для последних должно было бы получиться, то же самое. Это видно и на звездах В. Действительно, здесь для стандартных звезд мы имели  $M_{A6} - M_{sp, скг} = 0$  и исследуемые звезды (см. чертежи 11 и 12) показали то же самое. Следовательно, можно думать, что чертеж 11 показывает действительное распределение звезд А, т. е. здесь мы неимеем никакого сдвига, а в действительности имеются звезды с абсолютными величинами между  $-1^m$  и  $-2^m$ . В последнем случае естественно, что среди случайно выбранных звезд  $7^m - 9^m 5$  в большем количестве оказались более яркие звезды, чем звезды с абсолютными величинами между  $+1^m$  и  $+2^m$ . Нужно заметить, однако, что диаграмма

Спектр-светимость (чертеж 12), для звезд типов О—А едва ли дает вполне реальную картину так как, как это замечает сам П. П. Паренного [26], для этих звезд абсолютные величины нельзя считать инди-

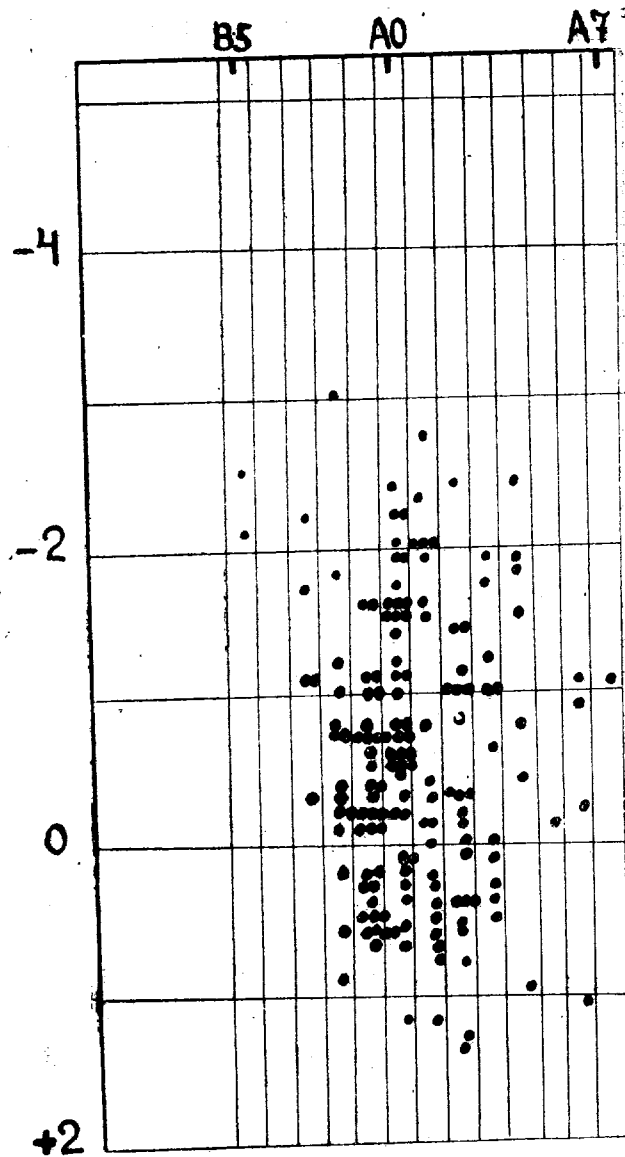


Рис. 11 Бзб.

видуальными, т. к. способы определения спектральных абсолютных величин, употребляемые в большинстве работ (см. § 1), данные которых вошли в сводный каталог ГАИШ, давали в значительной мере сглаженные результаты.

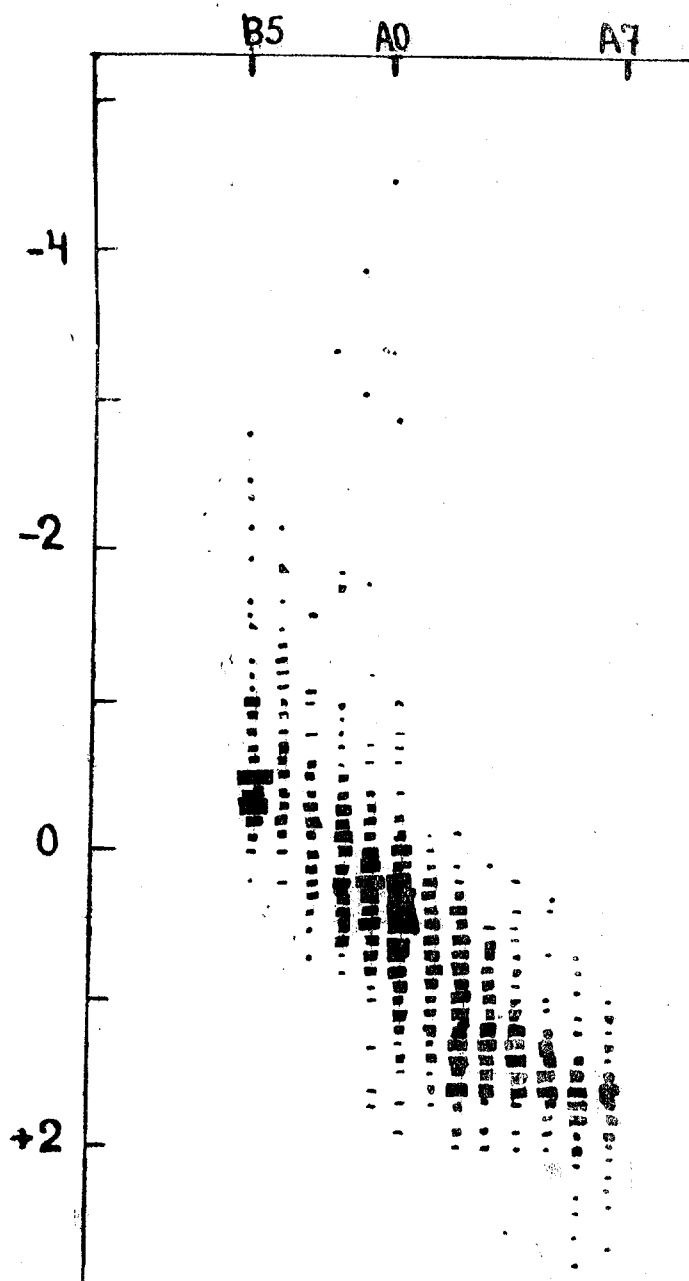


Рис. 12 б.б.

7. აბასო. ასტროფიზ. თბს. ბიულ., № 15

За последнее время появились указания на то, что звезды класса А показывают довольно большую дисперсию абсолютной величины [50]. Это связано с большим спектральным различием звезд А одного и того

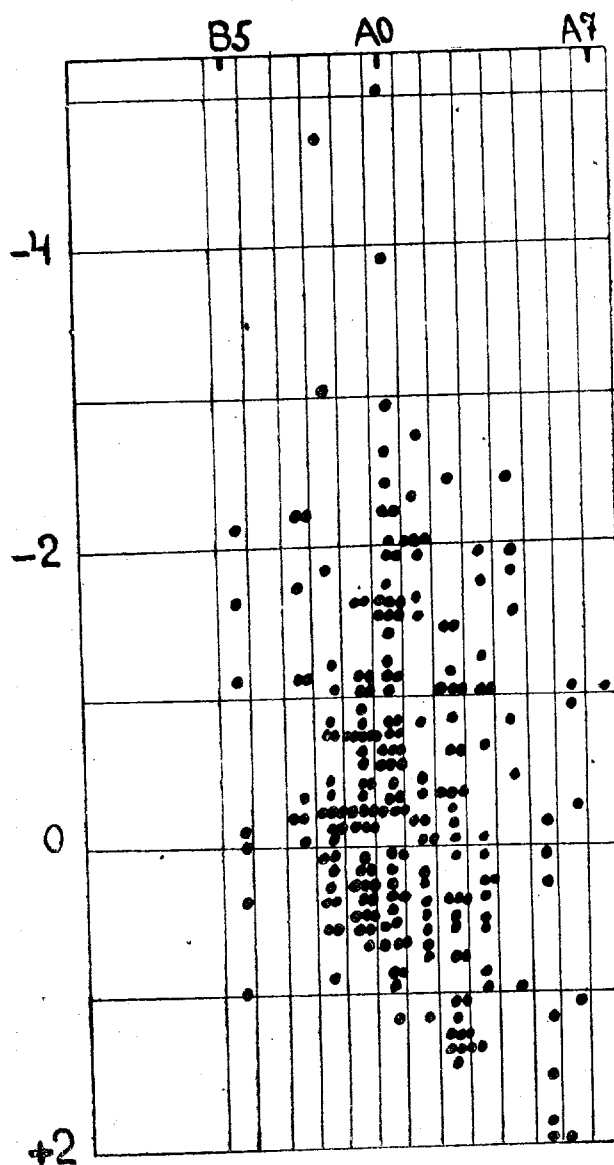


Рис. 13 ббб.

же подкласса. Последнее, в свою очередь, вызвано тем, что спектральная классификация звезд класса А сталкивается с некоторыми трудностями. Дело в том, что встречаются т. наз. звезды с металлическими линиями, которые по интенсивности линий  $K(Ca^+)$  относятся к классу А,

а по интенсивностям металлических линий—к классу F. Вопрос о том к какому типу—A или F—следует их отнести, пока еще не решен окончательно. Однако, основываясь на классификации Гарварда они попадают в класс A. Для этих звезд характерна малая светимость по сравнению с обычными звездами класса A. Абсолютная величина для большинства из них находится между  $+2^m$  и  $+3^m$  [51].

Как видим (чертеж 11), среди исследуемых нами звезд не встречаются звезды с вышеприведенными абсолютными величинами. Это находится в согласии с тем, что при спектральной классификации нами не были замечены звезды с металлическими линиями. Однако, при нашей дисперсии и качестве спектров мы могли бы их и не заметить, т. к. на наших спектрограммах металлические линии в ранних подразделениях F почти не видны.

Строго говоря, пока нуль-пункт нашего каталога не изучен нами в достаточной степени, мы не можем ставить вопрос о реальности распределения звезд A на диаграмме Спектр-светимость или об эффекте систематического сдвига абсолютных величин. Мы считаем это нашей последующей задачей.

На рис. 13 приводим диаграмму Спектр-светимость, построенную для всех 233 звезд (табл. III и XV), т. е. в нее включены и стандартные звезды с нашими определениями абсолютных величин.

Эта диаграмма имеет более обычный вид.

Итак, употребляемая методика не только дает возможность охватить весь интервал изменения M, но и при этом достаточно чувствительна к изменению M. Следовательно, мы получаем индивидуальные абсолютные величины звезд, что не имело места в большинстве из прежних работ других авторов.

#### § 15. Эмпирическая зависимость полного поглощения от температуры и ускорения силы тяжести на поверхности звезды. Сравнение с теоретическими данными Вервея

Как упоминалось выше, Вервей [5] произвел вычисления полных поглощений  $E_\lambda$  бальмеровых линий для различных значений  $T_0$  (поверхностная температура) и  $g$  (ускорение силы тяжести), предполагая, что при образовании этих линий главную роль играет межмолекулярный эффект Штарка.

Очевидно было интересно, как указал нам на это академик Г. А. Шайн, найти эмпирическую зависимость между этими тремя величинами, пользуясь полученными нами данными и сопоставить ее с результатами Вервея.

Так как употребляемые нами соотношения:

$$\frac{N_1}{N_\gamma}, \frac{N_2}{N_\delta} \text{ и } \frac{N_3}{N_\epsilon}$$

представляют собой, как мы видели, не полные поглощения, а некоторые пропорциональные последним величины, выраженные в произвольных единицах, то нужно было найти связь между этими соотношениями и полными поглощениями или эквивалентными ширинами линий  $E_\lambda$ .

Полное поглощение  $E_{\lambda}$  в бальмеровых линиях для большого количества звезд ранних спектральных подразделений было измерено Гюнтером [41], данными которого мы и воспользовались для вышеупомянутой цели.

Среди стандартных звезд (таблица III) 16 оказались общими со списком Гюнтера. Впоследствии мы сфотографировали и измерили спектры еще трех звезд из списка Гюнтера, которые не были первоначально включены в число стандартных звезд. Таким образом, на основе 19 звезд (таблица XVIII) были построены кривые  $a$  и  $b$  (чертеж 14) для  $H_{\gamma}$  и  $H_{\delta}$ , соответственно.  $H_{\epsilon}$  нами исключена, т. к. мы неизбежно измеряли не  $H_{\epsilon}$  в чистом виде, а  $H_{\epsilon} + H$ . Из этих кривых видно, что измеряемая нами полоска в водородных линиях действительно содержит главную часть даже очень сильных водородных линий (звезды главной последовательности) и таким образом является хорошей характеристикой эквивалентной ширины этих линий, т. е. может заменить ее при определении абсолютных величин.

Пользуясь последними кривыми для всех 233 звезд (таблицы III и XV), мы определили эквивалентные ширины бальмеровых линий  $H_{\gamma}$  и  $H_{\delta}$ , которые даются в предпоследних столбцах указанных таблиц. Для нахождения  $g$  мы воспользовались номограммой Унзольда [42], по которой можно для данной эффективной температуры  $T_{\text{эф}}$  и болометрической абсолютной величины  $M_b$  ( $M_b = M_V + \Delta m_b$ ) найти  $\lg g$ .

Таблица XVIII ცხრილი

№№	Звезда ზარსკვლავი	$m_B$ HD	Сп HD	$M_{B, \text{тр}}$	$M_{B, \text{сп}}$ СКГ	$E_{\lambda} - A$ $H_{\gamma} \quad H_{\delta}$
1	$\zeta$ Dra	3.2	B5	+1.2	-0.5	5.9 7.2
2	67 Oph	3.9	B5p	—	-1.7	3.06 3.25
3	$\psi$ Per	4.3	B5p	—	-1.3	3.62 4.60
4	$\alpha$ Del	3.9	B8	+0.4	+0.1	10.3 9.8
5	$\alpha$ Leo	1.3	B8	-0.6	+0.3	8.7 8.1
6	$\beta$ CMi	3.4	B8	-0.1	+0.4	8.2 9.5
7	$\beta$ Ori	0.6	B8p	—	-5.2	1.95 2.44
8	4 Lac	4.6	B8p	—	-1.8	3.46 3.53
9	$\gamma$ UMa	2.5	A0	-1.3	+0.3	15.6 14.6
10	$\alpha$ CrB	2.3	A0	+0.9	+0.3	12.6 12.9
11	$\alpha$ GemA	1.6	A0	+0.9	—	14.5 14.8
12	$\alpha$ And	2.2	A0p	+0.9	—	8.4 8.0
13	$\eta$ Leo	3.6	A0p	—	-2.9	5.0 5.6
14	13 Mon	4.5	A0p	—	-3.1	5.6 4.50
15	$\sigma$ Cyg	4.3	A0p	—	-3.9	2.84 3.09
16	$\delta$ UMa	3.4	A2	+2.0	+0.7	16.9 16.6
17	$\beta$ Leo	2.2	A2	+1.6	+1.4	16.5 18.3
18	$\delta$ Cas	2.8	A5	+0.4	—	15.3 15.7
19	$\alpha$ Aql	0.9	A5	+2.4	+1.3	11.0 10.1

Для  $T_{\text{эф}}$  и  $\Delta m_b$  были применены данные Койпера, [43] (таблица XIX) т. к. температурная шкала, установленная Койпером и теоретические



Определение спектральных абсолютных величин слабых звезд... 101

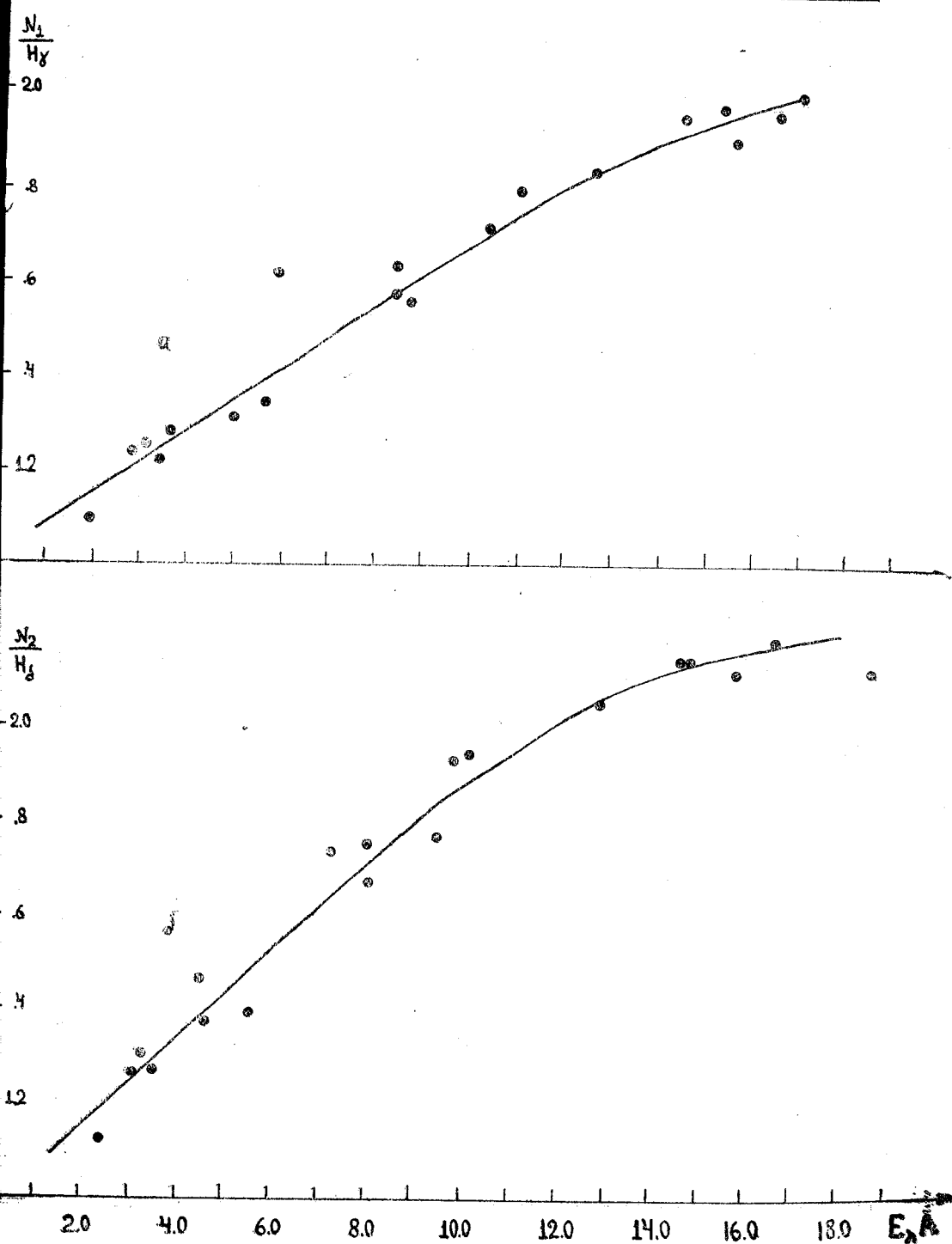


Рис. 14 б.б.

болометрические поправки, вычисленные им же, считаются наиболее обоснованными и исчерпывающими в настоящее время [44]. Нужно заметить, что при всем этом, эта шкала основана на системе HD, применяемой нами.

Таблица XIX ცხრილი

Сп	$T_{эф}$	$\Delta m_b$	Сп	$T_{эф}$	$\Delta m_b$
B5	15500°	-1.58	A2	9680°	-0.52
B5	14500	-1.42	A3	9340	-0.45
B7	13040	-1.18	A4	8920	-0.38
B8	12300	-1.04	A5	8510	-0.31
B9	11800	-0.94	A6	8320	-0.27
A0	10700	-0.72	A7	8130	-0.24
A1	10240	-0.61			

$M_B$  взято из наших определений (таблицы III и XV).

Таким образом, для всех звезд были вычислены  $\lg g$  (см. последние столбцы таблиц III и XV).

Наконец,  $T_{эф}$  была переведена в  $T_0$  по известному соотношению

$$T_0 = \frac{T_{эф}}{\sqrt{2}}.$$

Итак, для каждой звезды были вычислены интересующие нас величины:  $E_\lambda$  и  $\lg g$ .

Ввиду того, что значения последних величин для отдельных звезд могут быть обременены некоторыми ошибками, звезды были сгруппированы по спектральным подклассам ( $T_0$ ) и по  $\lg g$  и, следовательно, для каждой группы рассматривались средние значения  $E_\lambda$  (таблица XX).

Таблица XX ცხრილი

Сп	$T_0$	$\lg g$	4.35	4.15	3.95	3.75	3.55	3.35	3.15	2.9
B5B6	12510°	8.2(2)	6.1(1)	4.0(1)	3.4(2)	2.5(1)	—	—	—	—
B7B8	10570	10.9(1)	—	8.7(14)	6.5(11)	4.4(3)	3.0(1)	3.5(1)	1.3(1)	—
B9A0	9380	—	14.8(5)	12.2(31)	8.6(27)	7.4(25)	5.8(6)	4.0(2)	1.4(1)	—
A1A2	8310	—	15.0(2)	14.0(18)	9.8(14)	8.2(10)	6.6(10)	5.0(3)	—	—
A3A4	7615	—	—	11.8(1)	9.8(6)	7.7(5)	6.4(4)	5.0(4)	—	—
A5A6A7	6940	—	13.2(2)	11.9(2)	9.2(2)	7.6(3)	5.5(2)	5.5(1)	—	—

Последняя таблица составлена для  $H_\gamma$ . Так как  $H_\beta$  дает аналогичные результаты, мы оставили последнюю вне рассмотрения. На основе таблицы XX были построены кривые (чертеж 15), соответствующие следующим значениям : 3.95, 3.75, 3.55 и 3.35. Остальными мы не воспользовались ввиду малочисленности звезд.

Точки, отмеченные вопросительными знаками ненадежны, т.к. они основаны на данных для одной или двух звезд. Однако, последние все же дают ориентировочные направления соответствующих кривых.

Прерывистые кривые построены по теоретическим данным В е р в е я. Если для точек, сопровождаемых вопросительными знаками принять во внимание вышеизложенное, то бросается в глаза качественное согласие теории с наблюдениями. Остается расхождение количественного ха-

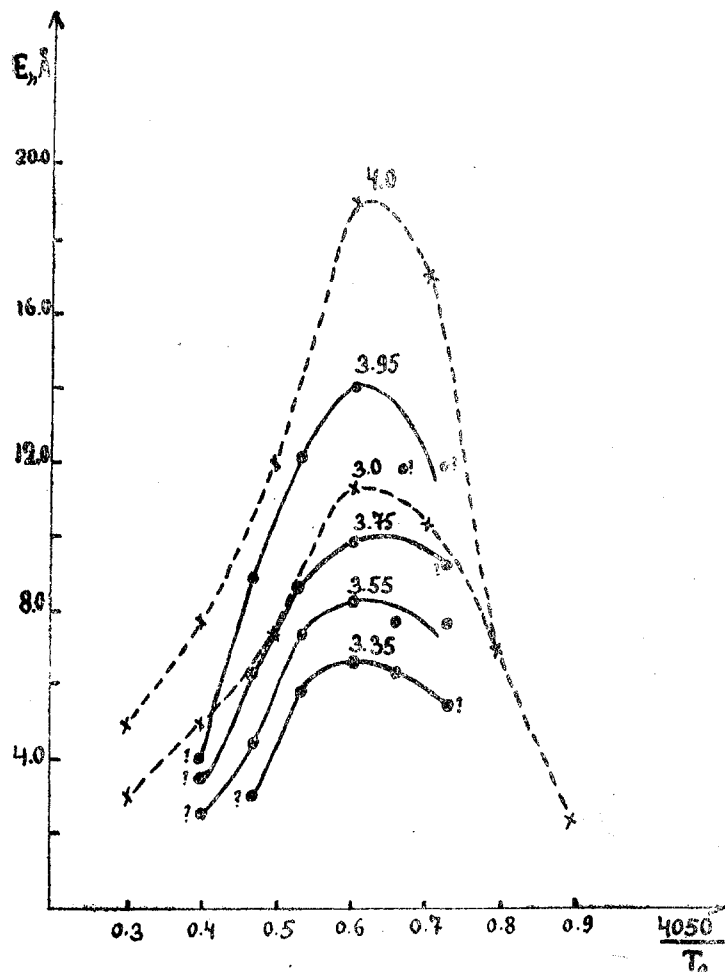


Рис. 15 бб.

рактера, что не является неожиданным при тех неизбежных упрощениях, которые были сделаны как при теоретических вычислениях  $E_\lambda$ , так и при получении нами  $\lg g$ . Однако, такое расхождение теории с наблюдениями — общеизвестное явление [42, 45].

В монографии А. Унзоляда [42] сказано, что вычисления В е р в е я нельзя считать правильными уже для небольших расстояний от центра водородной линии. Там же указывается, что наблюдения согласо-

ются с теорией только качественно. Следовательно, полученные нами результаты можно считать в хорошем согласии с имеющимися данными.

Как видим, расхождение имеет систематический характер. При этом наибольшее расхождение—в подклассах А1—А2, т. е. приблизительно в тех подклассах, где наиболее интенсивны водородные линии.

### Заключение

На основе изложенного мы можем сделать следующие заключительные выводы.

Опыт определения абсолютных величин слабых звезд ранних спектральных подклассов В5—А7, с помощью спектров малой дисперсии, полученных с 15.5°-ой объективной призмой, монтированной на 20-см камере 40-см рефрактора Абастуманской обсерватории, следует считать удавшимся.

Малая величина вероятной ошибки определения ( $\rho = \pm 0.09$ ) указывает отличное внутреннее согласие получаемых абсолютных величин, что, в свою очередь, обусловлено высоким качеством наблюдательного материала, а также высокой точностью измерения. Следовательно аппаратура, имеющаяся в Абастуманской обсерватории, предоставляет возможность определения абсолютных величин звезд ранних спектральных подклассов В5—А7 с современной точностью.

Диграмма Рессела, построенная на основе данных наших определений абсолютных величин, показывает, что применяемая нами методика дает возможность охватить весь интервал изменения  $M$  и при этом она достаточно чувствительна к изменению  $M$ . Следовательно, мы располагаем возможностью получать индивидуальные абсолютные величины звезд, что не имело места в большинстве из предыдущих работ.

Среднее отклонение  $M_{AB} - M_{\text{тор}}$  равняется  $\pm 0.3$  что следует считать вполне естественным, если принять во внимание все возможные ошибки.

Результаты сравнения с данными других источников говорят в пользу того, что примененные нами критерии дают абсолютные величины, вполне сравнимые с теми, которые получаются при пользовании эквивалентными ширинами водородных линий. Очевидно, это очень важно, т. к. освобождает нас от измерения эквивалентных ширин водородных линий, что очень затруднительно и препятствует массовым определениям абсолютных величин, а в подобных работах массовость определений имеет первостепенное значение.

Итак, мы имеем основание считать, что в Абастуманской обсерватории уже положено начало систематическим определениям абсолютных величин звезд ранних спектральных подклассов В5—А7 и можно приступить к планомерным работам в этой области. Заметим, что уже начато накопление наблюдательного материала и определение абсолютных величин звезд в ряде площадок Каптейна, для общих звездно-астрономических целей, а также избранных звезд спектральных подклассов В8, В9 из фундаментального каталога фотоэлектрических цветных эквивалентов В. Б. Никбнова [47] для специальных целей, связанных с обсуждением последнего.

Наконец, отметим, что употребляемая нами методика определения абсолютных величин более применима при пользовании спектрами малой дисперсии, чем высокой. В самом деле, т. к. здесь мы имеем дело с измерением полосы некоторой ширины, чувствительной к изменению абсолютной величины в водородных линиях, то при высокой дисперсии спектра нам пришлось бы чрезвычайно увеличить ширину измерительной щели микрофотометра, что очевидно недопустимо. Исходя из этого, для таких интенсивных линий, какими являются водородные линии Бальмера, в спектральных подклассах В5—А7, мы могли бы пользоваться спектрами на много меньшей дисперсии, чем та которую имеет использованная нами аппаратура. На основе изложенного мы считаем целесообразным поставить последующей задачей использование для подобной же работы, имеющейся в Абастуманской обсерватории 5.5<sup>0</sup>-ой объективной призмы, дающей в сочетании с метровой камерой среднюю линейную дисперсию 440 А/мм. Это сделало бы возможным проникновение до звезд 10.5-ой видимой зв. величины, что несомненно представляет значительный интерес.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить глубокую благодарность доктору физико-математических наук М. А. В а ш а к и д з е, под руководством которого я выполнила настоящую работу при прохождении аспирантуры.

Август, 1951.

#### ЛИТЕРАТУРА—ლიტერატურა

1. Adams W. S. and Kohlschütter A. *Aph. J.*, **40**, 67, 1914; *Mt. W. Contr.* № 89
2. Adams W. S. and Joy A. H. *Aph. J.*, **56**, 242, 1922; *Mt. W. Contr.* № 244
3. " " " *Aph. J.*, **57**, 294, 1923; *Mt. W. Contr.* № 262
4. Struve O. *Aph. J.*, **69**, 173, 1929
5. Verweij S. *Publ. Astr. Inst. U. Amsterdam*, **5**, 1936
6. Westgate Ch. *Aph. J.*, **77**, 141, 1933
7. Adams W. S., Joy A. H., Humason M. L. and Brayton A. M. *Aph. J.*, **81**, 187, 1935; *Mt. W. Contr.* № 511
8. Паренато П. П. *АЖ*, **13**, 150, 1950.
9. Douglas, V. *Aph. J.*, **64**, 262, 1926
10. Adams W. S., Joy A. H., Strömberg and Burwell. *Aph. J.*, **53**, 13, 1921; *Mt. W. Contr.* № 199
11. Edwards D. L. *MN*, **84**, 366, 1924
12. " " *MN*, **85**, 439, 1925
14. " " *MN*, **87**, 364, 1927
14. " " *MN*, **80**, 523, 1930
15. " " *MN*, **88**, 175, 1928
16. Woods H. C. *MN*, **87**, 387, 1927
17. Rimmer W. B. *Mem. Commonw. Solar Obs.* № 2, 1930
18. Lindblad B. and Schalen C. *Ups. Medd.* № 17, 1927
19. Ohman J. *Ups. Medd.* № 48, 1930
20. Hunter A. and Martin E. G. *MN*, **100**, 636, 1940
21. Anger C. J. *HC*, № 1352, 1930
22. " " *HC*, № 362, 1931
23. Anger C. J. and Payne C. H. *HC*, № 363, 1931

24. Petrie R. M. and Maunsell C. D. Publ. Obs. Victoria. 8, 253, 1950
25. Галкин Л. С. Изв. Крым. астроф. общ., 9, 1952.
26. Паренаго П. П. Труды ГАИШ, 13, 59, 1940.
27. Барто III. «Мироведение», 25, 47 1936.
28. Hoffleit D. Popular Astronomy, 58, 428, 483, 1950; 59, 4, 1951
29. Каландадзе Н. Б. Бюлл. Абаст. общ., № 10, 107, 1949.
30. Каландадзе Н. Б. и Бартая Р. А. АИ АН СССР, № 101—102, 1950.
31. Харадзе Е. К. Бюлл. Абаст. общ., № 12, 1952.
32. Schlesinger F. General Catalogue of Stellar Parallaxes, 1935
33. Morgan W. W., Keenan P. C. and Kellman E. An Atlas of Stellar Spectra, 1943
34. Van Rhijn P. Y. MN, 92, 744, 1932
35. Hiltner W. A. and Williams R. C. Photometric Atlas of Stellar Spectra, 1946
36. Шайн Г. А. Zs f Aph, 13, 132, 1937
37. Berge dorfer Spektral—Durchmusterung, I, II
38. Williams E. G. Ann. Solar Phys. Obs. Cambridge, 2, 1932
39. Peters Y. Präzessionstafeln, für das Aquinoktium 1950. o, 1934
40. Паренаго П. П. Успехи астр. наук, 4, 257, 1948.
41. Günter S. Zs f Aph, 7, 106, 1933
42. Унзольд А. Физика звездных атмосфер, 1949.
43. Kuiper G. P. Aph. J, 88, 429, 1938
44. Мустель Э. Р. Успехи астр. наук, 3, 155, 1947.
45. Амбарцумян В. А. Теоретическая астрофизика, стр. 63, 1939.
46. Elvey C. T. and Struve O. Aph. J, 72, 277, 1930
47. Никонов В. Б. Бюлл. Абаст. общ., № 14, 1953.
48. Шайн Г. А. и Струве О. Aph. J. 89, 222, 1929
49. Struve O. Popular Astronomy, 53, 201, 259, 1945
50. Struve, O. Evolution of the Stars, Princeton, 1950
51. Morgan W. W. Aph. J, 107, 107, 1948

**B5 — A7 ტიპების მკრთალ ვარსკვლავთა სპექტრული  
აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრა.\***

რ. ბართაია

(რეზუმე)

ვარსკვლავის სპექტრი, როგორც თანამედროვე იონიზაციის თეორიით უჩვენებს, ძირითადად დამოკიდებულია ორ პარამეტრზე — ეფექტურ ტემპერატურაზე (სპექტრული კლასი) და ვარსკვლავის ზედაპირთან სიმძიმის ძალის აჩქარებაზე (აბსოლუტური სიდიდე).

სპექტრის დამოკიდებულება სიმძიმის ძალის აჩქარებაზე, როგორც მეორე პარამეტრზე, საფუძვლად უდევს სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრის მეთოდს, რომელსაც უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ასტროფიზიკის და ვარსკვლავთა ასტრონომიის ამოცანებისათვის.

\* ნაშრომის შინაარსი წარმოადგენს ავტორის საკანდიდატო დისერტაციის საფუძველს.

ვარსკვლავთ აბსოლუტური სიდიდეები და პარალაქსები ორი უმნიშვნელოვანესი სიდიდეა, რომელთა ცოდნასთან დაკავშირებულია, პირდაპირი ან არაპირდაპირი გზით, თითქმის ყველა იმ პრობლემების გადაჭრა, რომლებიც დგას თანამედროვე ასტროფიზიკისა და ვარსკვლავთა ასტრონომიის წინაშე.

აბსოლუტური ასტროფიზიკური ობსერვატორია, პირველი საბჭოთა კავშირში, შეუდგა ვარსკვლავთ სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრას. ეს სამუშაო წამოწყებული იყო 1946 წელს მ. ვაშაკიძის ხელმძღვანელობით და უკვე 1947—48 წლებში განხორციელებული იყო პირველი სამუშაო ნ. კალანდაძის მიერ გვიანი სპექტრული კლასების  $G$  და  $K$  ვარსკვლავთათვის [29]. ამის შედეგად გამოიკვეთა, რომ აბსოლუტური ობსერვატორიაში არსებული აპარატურა საშუალებას გვაძლევს საკმარისი სიზუსტით იქნას განსაზღვრული ვარსკვლავთ აბსოლუტური სიდიდეები.

საკითხის აქტუალობა მოითხოვდა აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრის გაგრძელების ცდას ადრინდელ  $F$ ,  $A$  და  $B$  სპექტრულ კლასებზედაც. ამ მიზნით 1948 წლიდან ჩვენ შევუდგით ასეთ სამუშაოს, რომელიც თავდაპირველად გულისხმობდა აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრას  $F$ ,  $A$  სპექტრულ კლასების ვარსკვლავთათვის. მაგრამ ჩვენი შესაძლებლობანი (დამზერითი აპარატურის თვალსაზრისით) არასაკმარისად აღმოჩნდა დასმული ამოცანის გადასაჭრელად  $F$  კლასისათვის, რის გამოც განსაზღვრები გავეგრძელეთ მხოლოდ  $A7—B5$  ვარსკვლავებზე.

დასმული ამოცანის გადაჭრისათვის შედგენილი იყო შემდეგი სამუშაო გეგმა.

1. აბსოლუტური სიდიდის კრიტერიუმების შერჩევა ჩვენი აპარატურის შესაბამისად.

2. სტანდარტულ ვარსკვლავთა შერჩევა ისეთნაირად, რომ სარედუქციო მრუდი მოიცავდეს  $M$ -ის ცვლილების მთელ არეს და ამავე დროს წერტილები თანაბრად იყოს განაწილებული მასზე.

3. დაკვირვებითი მასალის დაგროვება, როგორც სტანდარტულ ვარსკვლავთათვის, ისე გამოსაკვლევ კაპტეინის არეებისათვის.

4. დაკვირვებითი მასალის სპექტროფოტომეტრიული დამუშავება.

5. სარედუქციო მრუდების აგება.

6.  $B5—A7$  სპექტრული ქვეკლასების ვარსკვლავთ აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრა კაპტეინის ექვს არეში.

დაკვირვებითი მასალის დაგროვება ხდებოდა  $15.5^{\circ}$ -იანი საობიექტივო პრიზმით, რომელიც მორგებულია აბსოლუტური ობსერვატორიის  $40$ -სმ რეფრაქტორის  $20$ -სმ კამერაზე. კამერას აქვს რთული ოთხლინზიანი ობიექტივი ფოკუსური მანძილით  $1$  მეტრი. კამერის შუქძალა  $1:5$ -ია. მიღებული სპექტრის ხაზოვანი დისპერსია ტოლია  $115 \text{ \AA}/\text{მმ H}\alpha$ -ს მახლობლად. ორსაათიანი ექსპოზიციით მიიღება ნორმალური გაშვებულობის სპექტრები  $9.5$ -მდე ვარსკვლავიერი სიდიდის ვარსკვლავთათვის.

ძირითადი დაკვირვებითი მასალა მოიცავს B5 — A7 ქვეკლასების სტანდარტულ ვარსკვლავებს, რომელთა საფუძველზედაც ხდებოდა სარელუქციო მრუდების აგება და კაპტეინის ექვს არეს, სადაც ვაწარმოებდით აბსოლუტურ სიდიდეთა ჩვენს განსაზღვრებს.

დაკვირვებითი მასალას დაგროვება უმთავრო ღამეებში და კარგი გამჭვირვალობის პირობებში წარმოებდა 1948 წლის აპრილიდან 1950 წლის ოქტომბრამდე.

ფოტომასალად გამოყენებული იყო ფოტოფირფიტა „ილფორდ ზენიტი“ (მგრძნობიარობა 700 H.D.), ზომით  $9 \times 12$  სმ, რაც ჩვენი აპარატურის შემთხვევაში შეესაბამება არეს  $5^{\circ} \times 7^{\circ}$ .

სტანდარტული ვარსკვლავების (5<sup>m</sup>-მდე) ფოტოგრაფირება ხდებოდა მცირე ექსპოზიციებით (4 მინუტამდე), რაც საშუალებას გვაძლევდა მიგველო ერთსა და იმავე ფირფიტაზე, უკანასკნელის ფონის შესამჩნევი გაშავების გარეშე, მოცემული ვარსკვლავის სპექტრულ გამონასხთა მწკრივი, გადაღებული სხვადასხვა ექსპოზიციით. გაზომვისას ამათვან ვარჩევდით მხოლოდ ნორმალური გაშავებულობის სპექტრებს. ყოველ სტანდარტულ ვარსკვლავზე მოდიოდა 3—5 ასეთი სპექტრი.

ასეთი გზით 60 სტანდარტული ვარსკვლავისათვის მიღებულია სულ 52 ნეგატივი (ცხრ. 1). კაპტეინის ყოველი არესათვის მიღებულია 3-დან 4-მდე ნეგატივი. ექსპოზიცია შემოისაზოვრებოდა 1-დან 2 საათამდე. ასეთი ექსპოზიციები საშუალებას გვაძლევდა მიგველო ნორმალური გაშავებულობის სპექტრები 7<sup>m</sup>0-დან 9<sup>m</sup>-5მდე ვარსკვლავათვის. კაპტეინის ექვსი არესათვის მიღებულია სულ 20 ნეგატივი (ცხრილი II). მიღებული იყო აგრეთვე დაკვირვებითი მასალა F კლასის სტანდარტულ ვარსკვლავათვის (ცხრილი XIII) და წინამდებარე სამუშაოსთან დაკავშირებული ზოგიერთი მეთოდური ხასიათის საკითხების გარკვევისათვის.

ფირფიტების სტანდარტიზაციისათვის გამოყენებული იყო სკალები, რომელთაც ვღებულობდით „საფეხურებიანი ჭვრიტით“ ჭვრიტიან სპექტროგრაფზე. განათება ხდებოდა ხელოვნური სინათლის წყაროთი.

სარელუქციო მრუდების მისაღებად სტანდარტულ ვარსკვლავებად ვარჩევდით ვარსკვლავებს ცნობილი ტრიგონომეტრიული პარალაქსებით. მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში იძულებული ვიყავით გამოგვეყენებინა ისეთი ვარსკვლავებიც, რომელთათვისაც ცნობილია მხოლოდ სპექტრული პარალაქსები. ეს ეხება ზეგიანტებს, რომელთაც სულ არა აქვთ ტრიგონომეტრიული პარალაქსები და B კლასის ვარსკვლავებს, სადაც მხოლოდ რამდენიმე ვარსკვლავისთვისაა ცნობილი ტრიგონომეტრიული პარალაქსები. ორივე შემთხვევაში ჩვენ ვსარგებლობდით პ. პარენაგოს მიერ შედგენილი შტერნბერგის სახელობის სახელმწიფო ატსრონომიული ინსტიტუტის ვარსკვლავთ პარალაქსების კატალოგით (ამ კატალოგს მოკლედ აღვნიშნავთ CKI-თი). ეყრდნობა რა ვარსკვლავთ პარალაქსების ყველა დღევანდლამდე ცნობილ განსაზღვრებს, იგი ითვლება ყველაზე მეტად საიმედოდ დღეისათვის. IIIa და IIIb ცხრილებში მოცემულია ჩვენ მიერ გამოყენებული სტანდარტული ვარსკვლავების სია.



III ცხრილის მეხუთე სვეტში მოცემულია ვარსკვლავთ ხილული ვიზუალური სიდიდეები HD-ს კატალოგიდან. („ვარსკვლავებით“ აღნიშნული სიდიდეები წარმოადგენენ ორმაგ ვარსკვლავების კაშკაშა კომპონენტების ვიზუალურ სიდიდეებს). მეექვსე სვეტში მოცემულია სპექტრული ტიპები HD-ს და CKF კატალოგებიდან. მეშვიდე სვეტში — ტრიგონომეტრიული პარალაქსები CKF-დან. მერვეში — უკანასკნელთა შესაბამისი ვიზუალური აბსოლუტური სიდიდეები. მეცხრეში — სპექტრული ვიზუალური აბსოლუტური სიდიდეები CKF-დან და მეათე სვეტში — უკანასკნელთა შესაბამისი წონები.

შენიშნავთ, რომ  $+0^{\circ}011$ -ზე ნაკლებ ტრიგონომეტრიულ პარალაქსებს ჩვენ ვთვლიდით არასაიმედოდ და არ ვიყენებდით. ჩვენ მიერ გამოყენებული აბსოლუტური სიდიდეები ცხრილში აწყობილია კურსივით.

რათა დარწმუნებული ვყოფილიყავით, თუ რამდენად საიმედოა სპექტრული პარალაქსების ბმარება, ეს უკანასკნელნი გამოვიყენეთ სარედუქციო მრუდის იმ ნაწილშიაც (A კლასი), სადაც გვექონდა საკმარისი რაოდენობა ვარსკვლავებისა ტრიგონომეტრიული პარალაქსებით. როგორც სარედუქციო მრუდების აგებამ უჩვენა, სპექტრული პარალაქსების გამოყენება სრულიად საიმედოა (იხ. სარედუქციო მრუდები ნახ. 5, 7 და 9, სადაც წერტილებით აღნიშნულია ტრიგონომეტრიული, ხოლო ჯვრებით — სპექტრული პარალაქსები).

როგორც ცნობილია, B და A კლასების ვარსკვლავთათვის აბსოლუტური სიდიდის კრიტერიუმების შერჩევისას საკმაოდ შემოსაზღვრული ვართ. ყველაზე მეტ მგრძნობიარობას აბსოლუტური სიდიდის ცვლილებისადმი უჩვენებს სრული შთანთქმა წყალბადის და ჰელიუმის ხაზებში (შტარკის ეფექტი). მაგრამ ჰელიუმის ხაზები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ B0—B5 ინტერვალში, ვინაიდან უფრო გვიანდელ სპექტრულ თანამიმდევრობაში მათ ვერ ვამჩნევთ. აქედან გამომდინარე, ჩვენ შეგვეძლო გამოგვეყენებია B5—A7 ინტერვალში აბსოლუტური სიდიდის კრიტერიუმებად მხოლოდ ბალმერის სერიის წყალბადის ხაზები.  $\lambda 4000$ -დან  $\lambda 4400$ -მდე ჩვენი აპარატურა თითქმის აქრომატიზებულია [29], რის შედეგადაც სპექტრის უბანი  $\lambda 3900 - 4500$  პრაქტიკულად ერთდროულად მიიღება ფოკუსში. ამ უბანში თავსდება ბალმერის სერიის შემდეგი ხაზები H $\gamma$ , H $\delta$  H $\epsilon$ . ყველა ესენი გამოყენებულია ჩვენ მიერ.

ვინაიდან სრული შთანთქმის გაზომვა სპექტრულ ხაზებში მოითხოვს ხაზის კონტურის აგებას, რაც ძალიან შრომატევადი სამუშაოა და ამავე დროს დაკავშირებულია დიდ სიძნელეებთან, მასობრივი განსაზღვრების წარმოების მიზნით ჩვენ გადავწყვიტეთ გამოგვეყენებია აბსოლუტური სიდიდის კრიტერიუმად არა სრული შთანთქმა ბალმერის სერიის ხაზებში, არამედ ამ ხაზების შიგნით გარკვეული ზოლის, სიგანით საშუალოდ  $18\text{Å}$ , შესაბამისი შთანთქმა.

შესაღარებელ ხაზებად გამოყენებული იყო უწყვეტი სპექტრის შემდეგი უბნები:  $\lambda 4020$ ,  $\lambda 4055$ ,  $\lambda 4160$ ,  $\lambda 4280$ ,  $\lambda 4405$ .

სპექტროფოტომეტრიული გაზომვა ნეგატივებისა შესრულებულია ე. წ. სწრაფ მიკროფოტომეტრზე, რომელიც სპეციალურად გათვალისწინებულია

სპექტრების გასაზომად. საზომი ჭრილის სიგანე ისე იყო შერჩეული, რომ იგი სპექტრის გასაზომ უბანში ერთდროულად ამოკვეთდა შემოსხმებული სიგანის ზოლს.

სარედუქციო მრუდების ასაგებად ვსარგებლობდით ფარდობებით:

$$\frac{N_1}{H_\gamma}, \frac{N_2}{H_\delta} \text{ და } \frac{N_3}{H_\epsilon}$$

აქ მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$$N_1 = \frac{I_{4280} + I_{4405}}{2}, \quad N_2 = \frac{I_{4055} + I_{4160}}{2}, \quad N_3 = I_{4020},$$

$$H_\gamma = I_{H_\gamma}, \quad H_\delta = I_{H_\delta} \text{ და } H_\epsilon = I_{H_\epsilon}.$$

( $I$  აღნიშნავს ინტენსივობას).

ბალმერის ხაზების ინტენსივობათა სპექტრულ კლასზე დამოკიდებულების გავლენის გამოსარიცხავად ინტერვალი  $B5-B9$  გაყავით  $B5-B9$  და  $A0-A7$  ინტერვალებად და თითოეულ მათგანში გამოვიყენეთ ფორმულა:

$$M_{Bi} = f_{B7}(N_i) + k(Bi - B7),$$

სადაც წევრი  $k(Bi - B7)$  იძლევა შესწორებას სპექტრულ კლასზე. ფორმულა დაწერილია  $B5-B9$  ინტერვალისათვის.  $N_i$  ერთ-ერთი შემოთმთქმნილი ფარდობათაგანია. ფორმულა საშუალებას გვაძლევს,  $B5-B9$  ქვეკლასების სტანდარტულ ვარსკვლავების მიხედვით, ავაგოთ სარედუქციო მრუდი  $B7$  ქვეკლასისათვის, რის შემდეგ, გამოვიყენებთ რა ისევ ამ ფორმულას და  $B7$  ქვეკლასის სარედუქციო მრუდს, მივიღოთ  $B5-B9$  ინტერვალის მოცემული ქვეკლასის გამოსაკვლევი ვარსკვლავისათვის ისეთი მნიშვნელობა  $M$ -ისა, როგორცაც მოგვცემდა ამ ქვეკლასის შესაბამისი სარედუქციო მრუდი.

შემოაღწერილი მეთოდი მოითხოვს ზუსტ სპექტრულ კლასიფიკაციას, როგორც სტანდარტ ვარსკვლავათვის, ისე გამოსაკვლევ (პროგრამულ) ვარსკვლავებისთვისაც.

ზოგიერთი სტანდარტული ვარსკვლავებისათვის ჩვენ გვქონდა მონაცემები კლასიფიკაცია, მაგრამ არა ყველასათვის. ამიტომაც ერთგვაროვნებისათვის გადავწყვიტეთ გამოგვეყენებია  $HD$  კლასიფიკაცია, მით უმეტეს, რომ ეს უკანასკნელი თითქმის არ განსხვავდება პირველისაგან. (განსხვავება გვხვდებოდა იშვიათად და არ აღემატებოდა ერთ სპექტრულ ქვეკლასს).  $HD$  კლასიფიკაციის სასარგებლოდ შეტყვევებს აგრეთვე ბერგედორფისა და  $CRF$  კატალოგებთან შედარების შედეგები.

შემონათქვამიდან გამომდინარე და იმის გამო, რომ გამოსაკვლევ ვარსკვლავათვის ( $7^m 0-9^m 5$ ) გვქონდა მხოლოდ  $HD$ -ს კლასიფიკაცია, ჩვენ შევჩერდით უკანასკნელზე, მოვახდინეთ რა მხოლოდ იმ ვარსკვლავების საკუთარი ხელახალი კლასიფიკაცია, რომლებიც უფრო მეტად ვიდრე ერთი ქვეკლასით განსხვავდებოდნენ  $CRF$  სპექტრული ტიპებისაგან. ამ მიზნით ჩვენ ვსარგებლობდით ჰარვარდის კლასიფიკაციისათვის ხმარებული სპექტრული კლასის

ფართოდ ცნობილი კრიტერიუმებით. შედეგად მხოლოდ ორ ვარსკვლავს შეეცვალა სპექტრული კლასი. III ცხრილში უკანასკნელნი აღნიშნულია „ვარსკვლავებით“.

ამგვარად შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ სტანდარტ ვარსკვლავთათვის სპექტრული კლასიფიკაციის შესაძლებელი ცდომილება არ აღემატება ერთ ქვეკლასს. ეს ჩანს აგრეთვე ერთ ქვეკლასზე მიყვანილი სარედუქციო მრუდებიდანაც (ნახ. 5 და ნახ. 7), სადაც წერტილების გაბნევა, თუ მივიღებთ მხედველობაში ყველა შესაძლებელ ცდომილებებს, მოსალოდნელზე მეტი არ არის.

რაც შეეხება გამოსაკვლევ ვარსკვლავებს კაპტეინის არეებში, აქ შეგვიძლო გვესარგებლა BSD-ს კლასიფიკაციით, მით უმეტეს, რომ ეს უკანასკნელი გვტოვებს იმავე სისტემაში, რაც გვქონდა სტანდარტულ ვარსკვლავებისათვის—HD-ს სისტემაში. მაგრამ გადავწყვიტეთ გაგვეზომა ყველა B5—A7 ტიპის ვარსკვლავები, რომლებიც მოექცეოდნენ ფირფიტის ვარგის არეში ( $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ ) და ამგვარად გამოვდიოდით კაპტეინის არეს იმ ფარგლებიდან, რომლისთვისაც მოცემულია კლასიფიკაცია BSD-ში ( $3.5^{\circ} \times 3.5^{\circ}$ ). უკანასკნელ შემთხვევაში გვქონდა საშუალება გვესარგებლა მხოლოდ HD-ს კლასიფიკაციით და იმისათვის, რათა თავიდან აგვეშორებია უხეში ცდომილებანი, რომლებიც უფრო ხშირად გვხვდება მკრთალ ვარსკვლავთათვის, გადავწყვიტეთ მოგვეხდინა საკუთარი ხელახალი კლასიფიკაცია ყველა ვარსკვლავებისა კაპტეინის ჩვენ მიერ გამოსაკვლევ არეებში, იმათიც, რომელთათვისაც მოცემული იყო კლასიფიკაცია BSD-ში. იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვაობა ჩვენს განსაზღვრებასა და BSD-ს ან HD-ს განსაზღვრებს შორის ერთი ქვეკლასის ფარგლებში იყო, ჩვენ ვიღებდით მათ სპექტრულ კლასს, ხოლო უფრო დიდი განსხვავებისას (ასეთი შემთხვევები ბევრი არ ყოფილა) — საშუალო მნიშვნელობას. ასე იმიტომ ვიქცევოდით, რომ, არ გვქონდა რა ამ საქმეში შემოწმებული პრაქტიკა, არ გვიჩნდოდა საესებით დავყრდნობოდით ჩვენს განსაზღვრებს.

კაპტეინის ექვს არეში (KA MeNe 20, 22, 23, 25, 26, 41) ჩვენ მიერ განსაზღვრულია B და A ტიპის 176 ვარსკვლავის აბსოლუტური სიდიდე (იხ. XV ცხრილის მეცხრე სვეტი).

განსაზღვრის ალბათი ცდომილების მცირე მნიშვნელობა ( $p = \pm 0.09$ ) მიუთითებს მიღებულ აბსოლუტურ სიდიდეთა შესანიშნავ შინაგან თანხმობაზე, რაც თავის მხრივ დაპირობებულია დაკვირვებითი მასალის მაღალი ხარისხით და აგრეთვე გაზომვების დიდი სიზუსტით. მაშასადამე, აბსოლუტური ობსერვატორიაში არსებული აპარატურა გვაძლევს ადრინდელ სპექტრულ ქვეკლასთა B5—A7 ვარსკვლავებისათვის აბსოლუტურ სიდიდეთა თანამედროვე სიზუსტით განსაზღვრის საშუალებას.

აბსოლუტურ სიდიდეთა ჩვენი მონაცემებით აგებული სპექტრი—ბრწყინვალეების დიაგრამა (ნახ. 12) უჩვენებს, რომ ჩვენ მიერ გამოყენებული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს ავითვისოთ M-ის ცვლილების მთელი ინტერვალი. ამავე დროს, მეთოდი საკმარისად მგრძნობიარეა M-ის ცვლილებისადმი. მაშასადამე, გვაქვს საშუალება მივიღოთ ვარსკვლავთ ინდივიდუალური აბსოლუტური სიდიდეები, რასაც არ ჰქონდა ადგილი მაშელ რიგ ადრინდელ სამუშაოებში.

საშუალო გადახრა  $M_{A6} - M_{TPP}$  ტოლია  $\pm 0.43$ , რაც უნდა ჩაითვალოს სრულიად ბუნებრივად, თუ მივიღებთ მხედველობაში ყველა შესაძლებელ ცდომილებებს.

სხვა წყაროების მონაცემებთან შედარების შედეგები მიუთითებენ იმის სასარგებლოდ, რომ ჩვენ მიერ გამოყენებული კრიტერიუმები გვაძლევს აბსოლუტურ სიდიდეებს, რომლებიც სავსებით შედარებადი არიან წყალბადის ხაზების ექვივალენტური სიგანეების ხმარებით მიღებულ აბსოლუტურ სიდიდეებთან. ეს კარგად ჩანს XI ცხრილზე, რომლის ორ უკანასკნელ სვეტში მოცემულია ჩვენი შედეგები და აგრეთვე — პეტრისა და მაუნზელისა, რომლებიც სარგებლობდნენ  $H\gamma$ -ს ექვივალენტური სიგანით (ვიქტორიაში). ცხადია, რომ ეს არსებითია, რამდენადაც გვანთავისუფლებს წყალბადის ხაზების ექვივალენტური სიგანეების გაზომვისაგან, რაც, როგორც უკვე იყონათქვამი, ხელს უშლის აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრების მასობრივ წარმოებას, ხოლო ამ უკანასკნელს კი მსგავს სამუშაოებში ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ვინაიდან ჩვენ მიერ აღებულ კაპტეინის არეების მიმართულებით არსებობს შთანთქმის სრული გამოკვლევა, შესრულებული ე. ხა რ ა დ ის მიერ [31], გადავწყვიტეთ გვესარგებლა ამით და გამოგვეთვალა ჩვენი მონაცემებიდან მიღებული ხილული მანძილების შესაბამისი კეშმარიტი მანძილები. მით უმეტეს, რომ აღებული კაპტეინის არეები განლაგებულია ძალიან ახლო ვალაქტიკის სიბრტყესთან და მაშასადამე ხილული მანძილები საკმაოდ ჭეშნობილად მახინჯებული ვარსკვლავთშორისეთში სინათლის შთანთქმით. ჩვენ გამოვთვალეთ კეშმარიტი მანძილები ჩვენი კატალოგის ყველა ვარსკვლავისათვის. მიღებული შედეგები მოცემულია XV ცხრილის მეთორმეტე სვეტში.

ცხადია საინტერესო იყო, როგორც ამაზე აკად. გ. შ ა ი ნ მ ა მიგვითითა, ჩვენი მონაცემების საფუძველზე მოგვეძებნა ემპირიული დამოკიდებულება ბალმერის ხაზების ექვივალენტურ სიგანესა  $E_\gamma$ , ზედაპირულ ტემპერატურას  $T_e$  და სიმძიმის ძალის  $g$  — აჩქარებას შორის და შეგვედარებია ის გერვეის თეორიულ მონაცემებთან [5].

ნაპოვნი იყო დამოკიდებულება ბალმერის ხაზების სრულ ანუ ექვივალენტურ სიგანეებსა და ჩვენ მიერ გამოყენებულ ფარდობებს შორის:  $\frac{N_1}{H_\gamma}$ ,

$\frac{N_2}{H_\delta}$ ,  $\frac{N_3}{H_\epsilon}$ , რომლებიც წარმოადგენენ არა სრულ ინტენსივობებს, არამედ ამ უკანასკნელთა რაღაც პროპორციულ სიდიდეებს. ამ მოწინათ გამოვიყენეთ გიუნტერის [41] მონაცემები.

$g$  ნაპოვნი იყო უნზოლდის [42] ნომოგრამიდან. უკანასკნელი იძლევა საშუალებას ვიპოვოთ  $\lg g$ , თუ მოცემულია ეფექტური ტემპერატურა  $T_{eff}$  და ბოლომეტრული აბსოლუტური სიდიდე  $M_6$  ( $M_6 = M_{B6} + \Delta m$ ).  $T_{eff}$  და  $\Delta m$  აღებული იყო კოიპერის [43] მონაცემებიდან, ხოლო  $M_B$  — ჩვენი განსაზღვრებიდან.

ამგვარად ყველა 233 ვარსკვლავისათვის (აქ შედის აგრეთვე სტანდარტი ვარსკვლავებიც აბსოლუტურ სიდიდეთა ჩვენი განსაზღვრებით; III ცხრი-

ლის მეთერთმეტე სვეტი) გამოთვლილი იყო  $E\lambda$  და  $I_g g$  (მიღებული მნიშვნელობანი მოცემულია IIIa, IIIb და XV, ცხრილების ორ უკანასკნელ სვეტში). ამის შემდეგ ვარსკვლავები დაჯგუფებული იყო სპექტრული ქვეკლასისა ( $T_0$ ) და  $I_g g$  მიხედვით და, მაშასადამე, ყოველ ჯგუფისათვის განიხილებოდა  $E\lambda$ -ს საშუალო მნიშვნელობა.  $T_{\text{ფ}}$  გადაყვანილი იყო  $T_0$ -ში ცნობილი დამოკიდებულებით  $T_0 = \frac{T_{\text{ფ}}}{\sqrt[4]{2}}$ .

ემპირიული დამოკიდებულება ზემომითთებულ სამ სიდიდეს შორის ( $E\lambda$   $I_g g$ ,  $T_0$ ) ცხადად უჩვენებს თეორიის თვისობრივ თანხმობას დაკვირვებებთან (ნახ. 15).

დასკვნა. B5—A7 სპექტრული ქვეკლასების ვარსკვლავთათვის აბსოლუტური ობსერვატორიაში არსებული დამზერიით აპარატურით მიღებული მცირე დისპერსიის სპექტრების საფუძველზე აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრის ცდა უნდა ჩაითვალოს წარმატებით შესრულებულად.

აბსოლუტური ობსერვატორიაში უკვე ჩაეყარა საფუძველი B5—A7 აღწერულ სპექტრულ ქვეკლასთა ვარსკვლავებისათვის აბსოლუტურ სიდიდეთა სისტემატურ განსაზღვრებს და შეიძლება შევუდგეთ გეგმაზომიერ მუშაობას ამ დარგში. შევნიშნავთ, რომ კაპტეინის მთელ რიგ არეებში უკვე დაწყებულია დაკვირვებითი მასალის დაგროვება და აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრა ვარსკვლავთ ასტრონომიის მიზნებისათვის, საზოგადოდ, და აგრეთვე რჩეული B8, B9 ვარსკვლავთათვის. ე. ნიკონოვის ფოტოელექტრული ფერიტი ექვივალენტების ფუნდამენტური კატალოგიდან — სპეციალური მიზნებისათვის, რომლებიც დაკავშირებულია მოცემული კატალოგის გამოყენებასა და დისკუსიასთან.

ბოლოს აღვნიშნავთ, რომ ჩვენ მიერ გამოყენებული აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრის მეთოდი უფრო გამოსადეგია მცირე დისპერსიის სპექტრებით სარგებლობისას, ვიდრე დიდი დისპერსიისა. მართლაც, ვინაიდან აქ საქმე გვაქვს წყალბადის ხაზებში რაღაც გარკვეული სიგანის — აბსოლუტური სიდიდის ცვლილებისადმი მგრძნობიარე ზოლის გაზომვასთან, დიდი დისპერსიის სპექტრის შემთხვევაში ჩვენ მოგვიხდებოდა ძალიან გაგვედიდებია მიკროფოტომეტრის საზომი კრილის სიგანე, რაც, ცხადია, დაუშვებელია.

აქედან გამომდინარე, ისეთი ინტენსიური ხაზებისათვის, როგორიცაა წყალბადის ბალმერის სერიის ხაზები B5—A7 სპექტრულ ქვეკლასებში, ჩვენ შეგვეძლო გვესარგებლა კიდევ უფრო მცირე დისპერსიის სპექტრებით, ვიდრე ამას გვაძლევს გამოყენებული აპარატურა. ზემონათქვამის საფუძველზე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია დასახულ იქნას შემდეგ ამოცანად, მსგავსი სამუშაოებისათვის, გამოყენება აბსოლუტური ობსერვატორიაში არსებული 5.5"-იანი საობიექტივო პრიზმისა, რომელიც იძლევა, 20 სმ-იან კამერასთან კომბინაციაში, სპექტრს საშუალო ხაზოვანი დისპერსიით  $440 \text{ Å/მმ}$ . ეს შესაძლებელს გახდის შეღწევადობის გაზრდას  $10^{\frac{1}{2}}$  5-მდე, რაც უდავოდ დიდ ინტერესს წარმოადგენს.

ავვისტო, 1951.

აბასო. ასტროფიზ. ობს. ბიულ., № 15

აბასტუმანის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი № 15. 1953  
БЮЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 15. 1953

## ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЙ ЗВЕЗД СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ *O* и *B* и РАСШИРЕНИЕ ЗВЕЗДНЫХ АССОЦИАЦИЙ\*

А. Ф. ТОРОНДЖАДЗЕ

### Введение

Изучение движений отдельных звезд и звездных групп является одной из основных проблем звездной астрономии. Наряду с исследованием пространственного распределения объектов, имеющих различные физические характеристики, исследование закономерностей их движений представляет собой мощное средство для познания строения и развития звездных систем.

Со времени пионерских работ XVIII века, относящихся к первым определениям собственных движений отдельных звезд, астрономы накопили огромный материал по движениям самых различных объектов, населяющих Галактику. С накоплением данных о собственных движениях и лучевых скоростях галактических объектов становится возможным статистическое изучение характеристик движения данного комплекса объектов в целом. Статистическое изучение движений звезд различных спектральных классов и сопоставление результатов такого изучения с результатами исследования пространственного распределения звезд дали возможность выяснить основные структурные особенности и динамические характеристики Млечного Пути.

Принципиально новые важные выводы в этой отрасли звездной астрономии принадлежат советским астрономам. Последние положили начало планомерному изучению звездного мира на прочной основе обширных, тщательно подобранных и подготовленных для статистического анализа наблюдательных данных, в отличие от ученых Запада (Д ж и н с, М и л н и др.), которые, изучая отдельные вопросы развития звезд и звездных систем, шли по пути игнорирования известных фактов, строили свои теории на базе предвзятых идей, продиктованных идеалистическим мировоззрением этих авторов.

Руководствуясь важным принципом диалектического материализма— принципом единства теории и практики, советские астрономы уделяют большое внимание накоплению и тщательной обработке наблюдательных данных (Пулковские каталоги собственных движений, Сводный каталог параллакс и абсолютных величин, Советский каталог переменных звезд и др.) и анализу этих данных на основе современных теорий, создавая тем самым прочную базу для дальнейшего развития передовой советской науки.

Принципиально важным вкладом, имеющим большое теоретико-познавательное значение, являются работы П. П. Паренного, Б. В. Кулжаркина, Б. А. Воронцова-Вельяминова, П. Г. Куликова

\* Статья представляет собой основу кандидатской диссертации автора.

ского и других московских астрономов, посвященные изучению кинематических и физических характеристик отдельных групп объектов, имеющих общие свойства, обнаруживаемые не только в физических явлениях, но и в особенностях пространственного распределения и движения.

Б. В. Кукаркин [10, 11] провел многостороннее исследование пространственного распределения переменных звезд и сформулировал и доказал следующее положение: «Различным структурным и возрастным формациям материи во вселенной соответствуют различные типы элементов состава, в частности, различные типы переменных звезд» [11, стр. 27].

П. П. Паренaго выполнил ряд работ, посвященных изучению движения и пространственного распределения шаровых скоплений [30], планетарных туманностей [31], переменных звезд типа RR Лиры [22], долгопериодических цефеид [23] и вывел динамические характеристики отдельных подсистем Галактики. При этом П. П. Паренaго были использованы новые оригинальные методы обработки наблюдательного материала, свободные от ограничений, связанных с рассмотрением объектов на больших расстояниях от Солнца. Следует отметить, что эти работы выполнены на основе полных и тщательно обработанных наблюдательных данных и, в этом отношении, не имеют пока равных в астрономической практике. Следовательно, в настоящий момент, параметры, характеризующие динамические особенности Галактики, полученные в этих работах, являются наиболее верными и надежными.

Аналогичные работы были выполнены П. Г. Куликовским [12], изучавшим пространственное распределение и движение долгопериодических переменных звезд типа Миры Кита и К. А. Бархатовой [6], исследовавшей те же вопросы относительно рассеянных звездных скоплений.

Во всех указанных выше работах расстояния изучаемых объектов исправлены за космическое поглощение на основе наиболее точной для своего времени и удобной методики, предложенной и разработанной П. П. Паренaго [24, 25], что также увеличивает надежность выводов этих работ.

В результате упомянутых и некоторых других исследований нужно считать установленным фактом, что Галактика состоит из нескольких десятков различных подсистем, проникающих друг в друга и имеющих различные характеристики пространственного распределения и движения. По характеру пространственного распределения объектов, составляющих подсистему, все подсистемы можно разделить на следующих три типа: плоские, сферические и промежуточные. Физически однородные объекты, кроме некоторых редких исключений, объединяются в определенную подсистему. Весьма вероятно, что объекты, входящие в одну подсистему генетически связаны между собой.

Наиболее важным выводом с точки зрения марксистской философии является обнаружение того факта, что различные подсистемы Галактики, в общем, имеют различный возраст.

Эти результаты опровергают распространенные в зарубежной науке теории о возникновении всех звезд в некоторую одну отдаленную эпоху.

Б. В. Кукаркин [10] показал, что плоские подсистемы являются сравнительно молодыми членами Галактики.

Не менее важным является обнаружение связи общих характеристик строения галактик с представителями определенных подсистем. Именно, доказано, что спиральная структура галактик обуславливается объектами, составляющими плоские подсистемы и что, повидимому, сферические и промежуточные подсистемы не участвуют в образовании спиральных ветвей галактик.

Исходя из аналогии Галактики с внегалактическими туманностями [27] и изучая пространственное распределение и кинематику плоских подсистем в Галактике, П. П. Паренго впервые сделал попытку представления строения Млечного Пути спиралью [29].

Нужно заметить, что данные структурной астрономии указывают на то, что «чистых спиралей не существует, а есть эллиптические галактики со спиральной особенностью. При этом последняя динамически несущественна» [39].

Вопрос о происхождении и развитии спиральных ветвей является одним из интереснейших вопросов современной динамики звездных систем. В серии работ [60, 61, 62] Линдблад разработал теорию развития спиральных ветвей на основе анализа неустойчивости круговых орбит на перифериях галактик. Чандрасекар, изучая закономерности движения звезд в нестационарных галактиках со сферическим распределением скоростей, пришел к выводу о существовании систематического движения вдоль спиралей довольно сложных классов.

Необходимо отметить, что теории спиральной структуры, предложенные названными авторами носят формальный характер и их выводы не всегда подтверждаются наблюдательными фактами.

Принципиально новым, открывающим широкие горизонты перед астрономической наукой, является взгляд В. А. Амбарцумяна на спиральные ветви, как на геометрическое место точек образования звездных ассоциаций.

Работы В. А. Амбарцумяна и его сотрудников о звездных ассоциациях показали, что процесс образования звезд и звездных групп в Галактике происходит и ныне, указав на существование очень молодых звездных групп—звездных ассоциаций.

С открытием в Галактике объектов различных типов (подсистем) с различными возрастными, кинематическими и физическими характеристиками осуществляется дальнейшая конкретизация задачи изучения строения Галактики. Но вместе с тем, проблема осложняется тем, что становится необходимым изучение вопросов, связанных с происхождением и эволюцией типов населения Галактики.

Очевидно, что динамические и кинематические особенности молодых образований будут обуславливаться не только общими динамическими и кинематическими особенностями Галактики, но также и, может быть, в большей степени, начальными условиями, связанными с происхождением таких объектов.

Звезды спектральных классов О—В находятся в числе тех редких типов объектов, которые обнаружены в ассоциациях и про которые уверенно можно заявить, что они весьма молодые члены нашей Галактики.



Принимая во внимание генетическую обусловленность кинематических характеристик, довольно естественным явлением нужно считать обнаружение многих особенностей в движениях звезд О—В. Следовательно, особенности движения звезд спектральных классов О—В следует рассмотреть в связи с идеями В. А. Амбарцумяна о звездных ассоциациях.

Целью настоящей работы является анализ движений звезд О-В в свете расширения звездных ассоциаций. В работе показано, что с этой точки зрения можно естественно и просто объяснить особенности движения данных звезд. С другой стороны, изучая кинематические особенности указанных звезд, можно вывести некоторые характеристики самих звездных ассоциаций: направление спирали, на которой образовались ассоциации, возраст комплекса ярких звезд О-В, скорость выброса звезд из ассоциаций и др.

Работа содержит изложение и разбор особенностей движения О-В звезд, установленных к настоящему времени на основе многочисленных работ различных авторов. Рассмотрены основные гипотезы, предложенные для объяснения К-эффекта — наиболее интересного феномена, связанного с лучевыми скоростями данных звезд. Приведены некоторые данные о звездных ассоциациях. Выведены соответствующие формулы, примененные затем для анализа материала, содержащегося в известных литературных источниках.

Результаты исследования еще раз делают очевидной плодотворность идеи о звездных ассоциациях в применении к вопросам, освещающим многие интересные явления в Галактике.

Однако, естественно рассматривать полученные здесь результаты лишь как предварительные, вследствие некоторых неясностей, пока еще связанных с новой проблемой звездных ассоциаций и требующих для их освещения более точных данных.

### § 1. Особенности движения звезд О-В.

Звезды ранних спектральных классов О и В обладают большой галактической концентрацией и принадлежат к плоским подсистемам Галактики. В числе последних находятся долгопериодические цефеиды, открытые звездные скопления и др. Как это было уже отмечено, объекты, входящие в определенный тип населения Галактики, обладают общими характеристиками движения и пространственного распределения.

Можно было ожидать, что основные характеристики движения звезд О-В не будут отличаться от таковых для других представителей соответствующей подсистемы, например, для долгопериодических цефеид, открытых звездных скоплений и др. Если рассматриваются слабые О-В звезды, то это, в основном, действительно так и поэтому слабые О-В звезды с успехом используются для изучения характеристик движения плоской подсистемы. Но яркие звезды О-В и их кинематические особенности не укладываются в общие рамки, установленные для других представителей плоской подсистемы.

В деле изучения основных кинематических и динамических характеристик любой группы объектов особое значение имеет вывод элементов движения Солнца относительно взятой группы на основе анализа лучевых скоростей и собственных движений, и анализ остаточных скоростей с целью изучения закона распределения скоростей и определения элементов галактического вращения.

Определению элементов движения Солнца и значений постоянных галактического вращения, на основе лучевых скоростей и собственных движений О-В звезд, посвящены десятки работ. В таблице I приведены значения элементов движения Солнца и вращения Галактики по наиболее важным литературным источникам, начиная с пионерской работы Адамса и Фроста, впервые указавших на существование К-эффекта, постоянно привлекавшего в дальнейшем внимание астрономов.

На основе перечисленных в таблице I литературных источников и некоторых других, указываемых ниже, можно с уверенностью констатировать существование некоторых особенностей в движениях звезд О-В. Следует отметить, что все нижеперечисленные особенности давно известны, но, кроме К-эффекта, их объяснению не уделялось достаточного внимания, а К-эффект рассматривался главным образом вне связи с другими известными особенностями.

Перечислим все особенности в движениях звезд О-В, которые, по нашему мнению, должны получить объяснение в любой гипотезе, претендующей на репрезентативность действительности.

1. К-эффект. Средняя остаточная лучевая скорость звезд О-В не нуль, а довольно большая положительная величина  $+4.3$  км/сек. Это явление, называемое К-эффектом, было открыто в 1904 году Фростом и Адамсом [52] и подтверждалось многими последующими работами. Оказалось, что величина К-эффекта зависит от средних расстояний рассматриваемых групп звезд и от спектрального подкласса.

С точки зрения этого вопроса особое внимание привлекают работы, приведенные в таблице I под номерами 34—39, 40—49, 52—58, 59—67, 68—71, 79—85, 86—99.

В них ясно показано, что для ярких звезд ( $m < 5.5$ ) К-эффект значителен, с переходом на слабые уменьшается, а для более слабых ( $m > 6.5$ ) совсем отсутствует.

К сожалению, количественное ограничение материала не дает возможности отчетливо установить увеличение К-эффекта с увеличением звездных величин до  $m = 5.5$ . Однако, существуют указания на то, что до этого предела К-эффект непрерывно увеличивается и достигает своего максимума у звезд с  $m = 5.5$ .

Итак, нужно считать установленным фактом, что К-эффект в лучевых скоростях ярких О-В звезд достигает значительной величины ( $+4.3$  км/сек), а в лучевых скоростях слабых звезд такой эффект отсутствует.

2. Искажение значений коэффициентов Оорта А, В и долготы центра Галактики. Принято, что лучевые скорости и собственные движения О-В звезд представляют хорошую основу для определения значений коэффициентов А и В и направления на центр Галактики. Но, внимательное изучение данных таблиц I убеждает нас, в том, что значения этих интересных величин, выведенные на основе ана-

Таблица 1 ცხრილი

№	Автор ავტორი	Метод მეთოდი	Сп. Класс სპ. კლასი	Интервал. ავ-ვ.დ. ველ. ზღვ. ცხ. ზღვ. ფა. ავტოგრაფი	Средн. расст. საშ. მანძილი ვ. სპ.	Колич. звезд звезд. რაოდ.	A $\odot$	D $\odot$	I $\odot$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Фрост, Адамс	V <sub>r</sub>	B			20	(227.5)	(+35.0)	
2	Кэмпбел	"	B			138	(272.0)	(+27.5)	
3	Струбан	"	B			22	(277.5)	(+35.0)	
4	Каптейн, Фрост	V <sub>r</sub> $\mu$	B	3. <sup>m</sup> 72		61	(269.7)	(+30.8)	
5	Кэмпбел,	V <sub>r</sub>	Bo-B9			225	(270.5)	(+34.3)	
6	"	"	Bo-B5			180	(270.5)	(+34.3)	
7	"	"	Bo-B9			225	(270.0)	(+30.0)	
8	Гюленберг,	"	B			284	286.2	+25.5	25 <sup>o</sup>
9	"	"	B			284	280.7	+32.1	
10	Фрейндлах, Пален	"	"			195	—	—	42.5
11	"	"	"			195	272	+36	30.2
12	Стремберг,	V <sub>r</sub> $\mu$	B0-B5	4. <sup>m</sup> 19		123	287	+31	
13	"	"	"	4. <sup>m</sup> 77		126	285	+41	
14	Фесенков, Ого- родников	V <sub>r</sub>	B			237	267.2	+35.4	29
15	"	"	"			237	265.8	+31.9	24
16	"	"	"			236	268.7	+36.9	30
17	"	$\pi, \mu, V_r$	"			128	285.3	+40.0	38
18	Фрост, Баррет, Струве	V <sub>r</sub>	O-B9			350	283.8	+11.7	8
19	Вильсон	"	O-B5			279	275.2	+34.7	27
20	"	"	B0-B5			384	(270.0)	(+30)	(23.5)
21	"	"	"			384	(270.0)	(+30)	(23.5)
22	Кэмпбел, Мур	"	O-B5	4.6 <sup>m</sup> .5		284	(270.0)	(+30)	(23.5)
23	Линдبلاد	"	Bo-B7			445			31
24	"	"	B8-B9			250			33
25	Нордстром	"	Oe5-B5	$m < 6^m$		353			22.9 $\pm$ 2.4
26	"	"	"	"		464			23.9 $\pm$ 2.4
27	"	"	"	"		201			26.1 $\pm$ 2.1
28	"	"	B8-B9	"		234			17.8 $\pm$ 3.5
29	"	"	"	"		379			21.6 $\pm$ 3.1
30	"	"	Oe5-B5	$> 6^m$		379			16.5 $\pm$ 4.7
31	"	"	Oe5-B5	6.0		379			22.0 $\pm$ 4.3
32	"	V <sub>r</sub>	B8-B9	"		79			14.7 $\pm$ 6.2
33	Нейбауер	"	O-B5			393	266.7	+25.2	17.5
34	Пирс	"	O-B2	$< 5.^m$ 5		78	291	+16	18.7
35	"	"	"	$> 5.^m$ 5		139	334	— 2	31.6
36	"	"	"	$< 5.^m$ 5		241	274	+38	33.2
37	"	"	B3-B5	$> 5.^m$ 5		222	276	+38	33.0
38	"	"	"	$> 5.^m$ 5		680	267	+43	36.7
39	"	"	O-B5			14	281	+40	36.8
40	Пласкет	"	O	4.55-5.5		17	(271)	(+28)	
41	"	"	"	5.5-6.5	595	32	"	"	
42	"	"	"	6.5	7.30	54	"	"	
43	"	"	B0-B2	4.5	3.18	39	"	"	
44	"	"	"	4.5-5.5	5.03	39	"	"	
45	"	"	"	5.5-6.5	6.04	39	"	"	
46	"	"	"	$> 6.5$	7.15	53	"	"	
47	"	"	B3-B5	$< 5.5$	4.65	294	"	"	
48	"	"	"	5.5-6.5	6.07	157	"	"	
49	"	"	"	$> 6.5$	7.01	176	"	"	
50	Тнбор	"	B0-B9			186	253	+30.3	19
51	Загар	"	B1-B5			998	271.4	+39	33
52	Пласкет, Пирс	V <sub>r</sub> $\mu$	O-B2	3.5		108	(271)	(+28)	

## Особенности движений звезд спектральных классов О и В и...

121

№	b $\odot$	V $\odot$ км/сек	rA	A	B	$l_0$	K км/сек.	Литер. источник ссыл. Б.966
	11	12	13	14	15	16	17	18
1		(19.9)					+4.6	[52]
2		(17.8)					+4.9	[46]
3		22.5					—	[85]
4		23.3						[58]
5		19.9					+3.9	[47]
6		20.7					+4.7	"
7		20.2					+4.1	"
8	+6°	22.1					+4.3	[54]
9		24.1					(0)	"
10		19.0					+4.2	[51]
11	+21.8	22.6					(0)	"
12		21.4					+6.0	[84]
13		21.3					+1.5	"
14	+26	20.9					(0)	[34]
15	+26	21.7					+3.2	"
16	+25	22.7					(0)	[35]
17	+14	18.6					(0)	[36]
18	+11	17.2					+5.6	[53]
19	+27	22.0					(0)	[87]
20	(+21.5)	20.2					+3.4	[88]
21	(+21.5)	(199)					+3.5	"
22	(+21.5)	22.7					+4.9	[48]
23	+13	22.2		+0.006			+4.5	[63]
24	+23	21.8		+0.012			+2.8	"
25	+15±4.7	21.8					+4.3±0.5	[67]
26	+14.6±4.8	20.8±0.8					+4.2±0.5	"
27	+9.6±4.4	20.3±0.7					+4.6±0.4	"
28	+19.0±4.6	21.6±1.3					+1.4±0.8	"
29	+18.1±4.6	21.2±1.2					+2.2±0.7	"
30		(18.3)					(-1.8±0.9)	"
31		(18.1)					(0)	"
32		(19.5)					-0.3±1.2	"
33	+25.2	20.6				289°5	+2.8	[66]
34	-2.8	19.1	+2.8			320.5	+5.0	[72]
35	-46.8	+28.1	+15.8			321.2	+2.4	"
36	(+21.5)	21.4	+17.3			299.7	+2.1	"
37	+19.2	22.8	-1.0			346.7	+3.8	"
38	+28.0	24.3	+3.2			321.5	+2.8	"
39	+17.3	22.0	+4.3±0.8			(325)	+3.5	"
40		(20.0)	+4.0±2.3			"	+6.4±1.6	"
41		"	+16.4±3.5			"	+7.2±2.5	"
42		"	+21.2±2.7			"	+4.2±1.7	"
43		"	-0.7±1.7			"	+5.8±0.9	"
44		"	+9.2±1.9			"	+4.8±1.1	"
45		"	+16.3±1.8			"	+0.2±1.2	"
46		"	+13.2±2.0			"	-0.5±1.4	"
47		"	-0.4±0.9			"	+4.8±0.6	"
48		"	+2.8±1.2			"	+1.4±0.8	"
49		"	+3.6±0.8			"	-0.5±1.4	"
50	+36	23.8				"	-0.8	[66]
51	+24	21.7				"	+1.8	[90]
52		(20)	+1.3±1.1			251±3.5	+5.9±0.8	[74]

№ п/п	Ат ор პლატონი	Метод მეთოდი	Сп. Класс სპ. კლასი	Интервал звезд. вел. პლატონი, ბიგ- ბენი	Средн. раст. по б.з. ბიგ-ბენი	Колич. звезд 3-6 <sup>м</sup> з. ბიგ-ბენი	А <sup>○</sup>	Д <sup>○</sup>	l <sup>○</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53	Пласкет, Пирс	V <sub>rμ</sub>	B3-B7	4. <sup>м</sup> 5		104	(271°)	(+28°)	
54	"	"	O-B2	3.5-4.5		62	"	"	
55	"	"	B3-B7	4.5-5.5		115	"	"	
56	"	"	O-B2	4.5		120	"	"	
57	"	"	B3-B7	5.5-6.5		158	"	"	
58	"	"	"	> 6.5		102	"	"	
59	"	"	O-07	> 4.9		849	275.1	+37.8	320.1
60	"	"	O5-O9	< 5.0		101			21.4 ± 1.8
61	"	"	B0-B2	< 6.0					21.2 ± 3.4
62	"	"	O5-O9	> 4.99		159			21.4 ± 1.8
63	"	"	B0-B2	> 5.99					31 ± 12.4
64	"	"	B3-B7	< 5.5		272			21.4 ± 1.8
65	"	"	B3-B7	< 5.5		272			19.9 ± 1.35
66	"	"	B3-B7	> 5.49		317			21.4 ± 1.8
67	"	"	"	"		"			19.1 ± 4.2
68	Смарт, Грин	V <sub>r</sub>	Б	< 6.5		645			210° 0
69	"	"	"	"					213° 0
70	"	"	В	< 6.5					210° 2
71	"	"	"	"					210.3
72	Пласкет	"	O-B2	"		101			110.6
73	"	"	O-B2	"		159			36.7
74	"	"	B3-B7	"		272			29.2
75	"	"	B3-B7	"		317			27.7
76	"	"	В	"					32.1
77	"	"	"	"					23.9
78	"	"	"	"					21.4
79	"	"	O-B2	"					(21.4)
80	"	"	O-B2	"					"
81	"	"	O-B2	"					"
82	"	"	B3-B7	"					"
83	"	"	"	"					"
84	"	"	B3-B7	"					"
85	"	"	B3-B7	"					"
86	Али	V <sub>rμ</sub>	O-B7	I		1152	81		36.7 174
87	"	"	"	II		598	174		28.8 106
88	"	"	"	III		398	232		18.4 2.5
89	"	"	"	IV		220	301		31.2 1.8
90	"	"	"	Все			788		28.6 1.8
91	"	"	"	I					
92	"	"	"	II					
93	"	"	"	III					
94	"	"	"	IV					
95	"	"	"	I+II					
96	"	"	"	III					
97	"	"	"	IV					
98	"	"	"	комб.					
99	Пижиж, Прието	"	"	r ≤ 250	182		128	(271)	(+28)
100	"	"	"	250 ≤ r ≤ 500	358		292		
101	"	"	"	500 ≤ r ≤ 750	589		177		
102	"	"	"	750 ≤ r ≤ 1000	855		57		
103	"	"	"	1000 ≤ r	1443		53		

ПРИМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦЕ 1: В скобках помещены величины, заимствованные авторами из других источников. Строчки относятся к отдельным решениям.

В решении 10 указана проекция V<sup>○</sup> в плоскости Галактики.

Решение 22 охватывает все звезды ярче 5.<sup>м</sup> 51.

Решения 34-39 выполнены для 7 неизвестных

№ зв.	b $\odot$	V $\odot$ км/сек	rA	A	B	l <sub>0</sub>	K км/сек.	Литер. источник ссылка
11	12	13	14	15	16	17	18	
53		(20)	+2.4 $\pm$ 1.1			390 $^{\circ}$ $\pm$ 9	+4.0 $\pm$ 0.6	[74]
54		"	+15.2 $\pm$ 3.2			311 $\pm$ 7	-3.7 $\pm$ 2.5	"
55		"	+2.0 $\pm$ 0.4			305 $\pm$ 6	+0.9 $\pm$ 3	"
56		"	+3.7 $\pm$ 1.6			335 $\pm$ 8	-1.5 $\pm$ 0.7	"
57		"	+7.8 $\pm$ 1.5			309 $\pm$ 6	+4.3	"
58		"	+18.8 $\pm$ 2.6			330 $\pm$ 4	-0.2	"
59	+20. $^{\circ}$ 0	21.7					+3.1	"
60		19.09	+9.74 $\pm$ 1.59			326.7 $\pm$ 5.1	+1.13 $\pm$ 0.4	"
61		17.5 $\pm$ 105	+9.80 $\pm$ 1.20			325.9 $\pm$ 30	+2.41 $\pm$ 0.66	"
62		19.09	+18.00 $\pm$ 1.24			322.3 $\pm$ 22	+1.87 $\pm$ 2.15	"
63		22.60 $\pm$ 11	+16.74 $\pm$ 2.61			324.1 $\pm$ 43	+1.87 $\pm$ 2.15	"
64		19.09	+3.44 $\pm$ 1.33			334.2 $\pm$ 4	+1.13 $\pm$ 0.4	"
65		21.6 $\pm$ 0.5	+3.30 $\pm$ 0.67			331.9 $\pm$ 32	+2.68 $\pm$ 0.33	"
66		9.09	+3.33 $\pm$ 0.86			308 $\pm$ 8, 1	1.13 $\pm$ 0.4	"
67		17.16 $\pm$ 0.9	+4.46 $\pm$ 0.95			308 $\pm$ 7.1	-0.90 $\pm$ 0.76	"
68	-22.7	+21.63					+4.77	[82]
69		19.63	+4.31			336 $^{\circ}$	+4.91	"
70	-20.3	22.91	+2.62			301.	+5.02	"
71	-18.2	21.53	+2.89			330.3	+4.82	"
72		16.8	+7.9			323.0	+4.31	[73]
73		22.6	+15.3			326.2	+3.35	"
74		21.7	+1.9			276.3	+4.63	"
75		17.9	+3.2			303.4	+0.72	"
76		21.7					+3.11	"
77		20.9					+1.40	"
78		19.1					+1.13	"
79	(+20)	(20.0)	+5.9			325.4	+3.94	"
80	"	"	+17.2			323.7	+0.36	"
81	"	"	+13.1			323.9	+1.54	"
82	"	"	+1.4			31.1	+4.53	"
83	"	"	+3.0			320.5	-0.20	"
84	"	(19)	+1.4			26.5	+4.69	"
85	"	(21)	+1.5			35.3	+4.37	"
86	(+21.6)	15.64	+18.5 $\pm$ 4.2	+0.0161 $\pm$ 29		319.2 $\pm$ 53	+1.52	[41]
87		13.92	+8.68 $\pm$ 1.55	0.0145 $\pm$ 26		310.6 $\pm$ 51	-0.76	"
88		19.89	+5.08 $\pm$ 0.81	+0.0128 $\pm$ 20		320.6 $\pm$ 46	-0.74	"
89		22.10	+1.91 $\pm$ 0.66	+0.0087 $\pm$ 30		286 $\pm$ 9.9	+3.63 $\pm$ 0.44	"
90		20.07					+2.17 $\pm$ 0.40	"
91			+17.39 $\pm$ 1.70	+0.0151 $\pm$ 15		324.5 $\pm$ 2.8		"
92			+6.78 $\pm$ 1.22	+0.0113 $\pm$ 20		319.4 $\pm$ 5.1		"
93			+4.27 $\pm$ 1.03	+0.101 $\pm$ 26		311.9 $\pm$ 6.9		"
94			+1.30 $\pm$ 0.91	+0.0059 $\pm$ 41		278.7 $\pm$ 20.1		"
95					-0.00387	327.0 $\pm$ 75		"
96					-0.00498	296.2 $\pm$ 21.6		"
97					-0.00444	312.4 $\pm$ 33.8		"
98					-0.00414	333.4 $\pm$ 12.3		"
99		(20)	+1.30 $\pm$ 0.8	+0.0174		(325 $^{\circ}$ )	+0.36 $\pm$ 0.3	[71]
100			+4.83 $\pm$ 0.8	.0132			+0.81 $\pm$ 0.5	"
101			+5.62 $\pm$ 1.2	.0092			+2.81 $\pm$ 0.8	"
102			+10.40 $\pm$ 2.7	.0122			-2.72 $\pm$ 1.9	"
			+25.79 $\pm$ 2.9	.0182			-7.95 $\pm$ 2.3	"

60, 62, 64, 66—общие решения. Лучевые скорости освобождены от эффекта движения южного потока.

61, 63, 65, 67—индивидуальные решения. Лучевые скорости также как и в предыдущих решениях в решениях 86—103 для средних расстояний учтено космическое поглощение.

Решения 34—49, 52—67, 72—103 выполнены на одном и том же материале лучевых скоростей.

лиза движений ярких О-В звезд, одновременно обладающих большим К-эффектом, сильно искажены и как будто указывают на то, что яркие О-В звезды не участвуют в галактическом вращении.

Это утверждение можно сделать более наглядным, если из таблицы I выписать все решения, которые для К дают большую величину (таблица IA) и сравнить с решениями, которые указывают на незначительность К-эффекта (таблица IB). Ясно, что нужно подобрать такие решения, в которых рассматриваются элементы галактического вращения, если при этом данные лучевых скоростей заранее не исправлены на основе какого-то предвзятого предположения (как у Плассета и Пирса [74]).

Таблица IA ცხრილი  
(Решения с большим значением К-эффекта,  $K > 3.5$  км/сек)

№ решения по табл. I ამონების № I ცხრი- ლის მიხედვით	$r_A$	B	$l_0$	K	Группа звезд ვარსკვლავთ ჯგუფი
34	+2.8		289° 9	+5.0	O—B2
37	—1.0		299° 7	+3.8	B3—B5
89	+2.91		286	+3.63	$r = 220$ пс
94	+1.30		278° 7	—	$r = 220$ пс
97		—0."0044			

Таблица IB ცხრილი  
(Решения с малыми значениями К-эффекта)

№ решения по табл. I ამონების № I ცხრი- ლის მიხედვით	$r_A$	$l_0$	K	Группа звезд ვარსკვლავთ ჯგუფი
35	+15.8	320° 5	+2.4	O—B2 $m > 5.5$
38	+3.2	346° 7	+2.8	B3—B5 $m > 5.5$
87	+8.68	310° 6	—0.76	$r = 598$ пс
88	+5.08	320° 6	—0.74	$r = 398$ пс

Сравнение данных этих двух таблиц ясно указывает на справедливость нашего утверждения, что элементы галактического вращения значительно искажаются, когда они выводятся из анализа лучевых скоростей ярких звезд О-В.

3. Тенденция О-В звезд к образованию звездных потоков. Еще в 1910 году Каптейн указал на существование обширных потоков ярких В звезд в Скорпионе, Центавре, Орионе и других участках неба. По данным Марковича [64] 3/4 всего количества звезд, которые ярче  $5^m$  образуют хорошо выраженные звездные потоки. Маркович приводит список звезд 35 таких потоков. Интересным фактом, указанным в этой работе, является то, что в лучевых скоростях звезд, ярче  $5^m$  и входящих в состав потоков, замечен значительный

К-эффект, а в лучевых скоростях остальных звезд К-эффект отсутствует. Элементы движения Солнца:  $V_{\odot} = 19$  км/сек,  $A_{\odot} = 271^{\circ}$ ,  $D_{\odot} = +28^{\circ}$ .

Особенно важным является вопрос о потоке Скорпиона-Центавра, о так называемом «Южном потоке». В таблице II приводятся основные данные об этом потоке на основе различных литературных источников. Из всех, перечисленных в таблице II, источников, мы используем в дальнейшем, главным образом, данные Б ла а у, который, резюмировав все работы, относящиеся к «Южному потоку» в своем обширном исследовании, подтвердил существование этого потока.

Ясно, что корни указанной тенденции лежат в начальных условиях образования В звезд.

Таблица II ცხრილი

Автор ავტორი	Интервал დროშობის ინტერვალი	Сп. класс სპ. კლასი	Зв. велич. ვარსკვ. სიდიდე	$a_{1900}$	$\delta_{1900}$	$L_V$	$B_V$	$V^*$ км/сек	Лите- рат. источ- ник ლიტ. წყარო
Каптейн . .	216°—360°			94 . 5	—42°	217°	—22°	+18.3	[57]
Расмусон . .	225—300			94 . 1	—45	222	—20		[76]
Пласкет, Пирс . .	200—360	O-B7	<5 m5	83 . 6	—22.9	194.2	—24.3	+15.0 (K=8)	[74]
Лолл . .						221.9	—9.3	+17.8	[59]
Смарт . .				91 . 2	—36.8	211	—23	+18.8	[81]
Долейси* . .				99	—39	216	—18	+26.3	[50]
Куликовский*						219.9	—18.6	+22.3	[13]
Берто . . .				96 . 8	—20.3	216	—20	+18.4	[42]
Блаау . . .	225—300	Bo-B5	<5 m5			225.8+16	—15.2+4.8	+26.4	[43]

\* Указаны элементы относительно Солнца.

4. Несоответствие между величинами дисперсии скоростей и скоростью Солнца относительно ярких звезд О-В. Динамика стационарной галактики дает указания на существование зависимости между величинами дисперсии скоростей и скоростью Солнца относительно данной группы звезд. Соответствующая формула имеет вид

$$V_{\theta_0} - V_{\theta\odot} = c_1 \sigma^2 + c_2,$$

где  $V_{\theta_0}$ —вращательная скорость центроида данной группы,  $V_{\theta\odot}$ —вращательная скорость Солнца,  $\sigma$ —дисперсия скоростей в направлении вращения,  $c_1, c_2$ —постоянные.

Еще до разработки основ динамики стационарных звездных систем Стремберг [84] эмпирически пришел к подобному выводу и дал значения коэффициентов вышеприведенной зависимости, имевшей несколько иной вид. Формула Стремберга пишется следующим образом

$$Y' = pb^2 + \beta,$$



где  $U'$  — скорость движения данной группы в направлении оси асимметрии,  $b$  — дисперсия скоростей в том же направлении,  $p, \beta$  — постоянные. По Стрембергу этой зависимости прекрасно удовлетворяют все группы, изученные им, кроме ярких звезд О-В.

Звезды О-В, вопреки обнаруженному закону, при сравнительно малой дисперсии скоростей, обладают ненормально большой скоростью относительно Солнца.

В таблице III приведены данные о дисперсии скоростей О-В звезд т. е. об эллипсоиде скоростей по движениям звезд О-В, заимствованные из наиболее важных литературных источников.

Таблица III

Автор	$\sigma_1$	$l_1$	$b_1$	$\sigma_2$	$l_2$	$b_2$	$\sigma_3$	$l_3$	$b_3$	Литерат. источник
группа	км/сек			км/сек			км/сек			по Ф. Уэлсу
1. Стремберг	7.8	331° 5	0° 0	10.8	61° 5	+ 9° 0	9.5	241° 5	+ 81° 0	[84]
2. Линдبلاد	10.9	—	—	9.8	—	—	4.5	—	—	[63]
3. Минер . .	14.2	292° 9	-23° 4	12.0	36° 6	-28° 9	4.4	347° 8	+57° 3	[65]
4. " . .	17.4	298° 6	-14° 0	12.6	35° 3	-25° 3	7.2	2° 3	+60° 6	.

Примечания:

1. Во-В5  $n=286$
2. Во-В7  $n=445$
3.  $m-M=0-5$   $n=412$
4.  $m-M=5-10$   $n=600$

5. Незначительная вытянутость эллипсоида скоростей. На основе обработки собственных движений и лучевых и пространственных скоростей, для отношения осей эллипсоида скоростей, в среднем для всех звезд, получено 1:0.62:0.50 (ошибки около  $\pm 0.02$ ). По мере увеличения средних пространственных скоростей от 15 до 200 км/сек,

отношение  $\frac{h}{k}$  меняется от 0.76 до 0.54.

Распределение скоростей О-В звезд получается более сферическим.

Отношение осей равно: 1:0.84:0.66  $\left(\frac{h^2}{k^2}=0.84\right)$ .

Большая величина  $\frac{h}{k}=0.92$  противоречит, как значению дисперсии скоростей, так и величине средней пространственной скорости звезд О-В, и находится за пределами изменения этого отношения в Галактике, известными по данным относительно всех остальных звезд.

Данные приведены по книге Паренго [28], но и простое рассмотрение таблицы III обнаруживает незначительную вытянутость эллипсоида скоростей для звезд О и В.

Название «особенности» для вышеперечисленных обстоятельств оправдано тем, что другие объекты, образующие плоскую подсистему в Галактике, не показывают чегонибудь подобного.

Из анализа данных о долгопериодических цефеидах (П. П. Паренного [23]) и об открытых скоплениях (К. А. Бархатова [6]), относительно плоских подсистем можно принять следующее:

- 1) быстрое галактическое вращение,
- 2) отрицательный К-эффект,
- 3) отсутствие тенденции к образованию потоков,
- 4) полное соответствие между величинами дисперсии скоростей и скоростью движения Солнца,
- 5) нормальное значение отношения осей эллипсоида скоростей.

Из числа всех перечисленных особенностей движения звезд О-В особенное внимание уделялось до сих пор К-эффекту, с целью объяснения которого предложено много гипотез, но как справедливо указывают во многих обзорах, проблема К-эффекта пока все еще остается открытой.

Проблема К-эффекта является узловым вопросом почти во всех исследованиях, касающихся движений звезд О-В. Ввиду того, что все вышеприведенные особенности в движениях звезд О-В проявляются только у тех групп этих звезд, которые одновременно обладают К-эффектом, нужно считать, что все эти особенности каким-то образом связаны с К-эффектом, т. е. объяснение К-эффекта является ключом к пониманию этих особенностей.

Таким образом, проблема К-эффекта превращается в проблему особенностей ярких звезд О-В; вопрос о К-эффекте—это центральный вопрос общей проблемы.

В следующем параграфе рассмотрим кратко важнейшие гипотезы, предложенные с целью объяснения К-эффекта.

## § 2. Гипотезы, предложенные для объяснения К-эффекта

К-эффект привлекает к себе внимание астрономов с момента его открытия. В течение полувека К-эффект остается загадкой, не получившей объяснения. Ни одна гипотеза, предложенная для его объяснения, не приводит к удовлетворительному толкованию явлений, связанных с ним.

Рассмотрим, тем не менее, важнейшие из этих гипотез.

1. Конвективные потоки в атмосферах звезд О-В. Эта гипотеза предложена Эмбеллом [47] в 1914 году. Если допустить существование конвективных потоков в атмосферах звезд О-В, то и в лучевых скоростях слабых О-В звезд имелся бы значительный К-эффект, так как нельзя предполагать физического различия между видимыми яркими и слабыми звездами О-В.

С другой стороны, если речь идет о конвекции, то в случае таких горячих и массивных звезд, как звезды О-В, нужно говорить об отрицательном К-эффекте, а не наоборот.

2. Эффект Эйнштейна. Общая теория относительности предсказывает смещение спектральных линий к красному концу, т. е. увеличение лучевых скоростей. Эффект Эйнштейна к К-эффекту применил в 1915 году Фрейндлих.

По формуле де-Ситтера:

$$V_r = 0.635 M^{2/3} \rho^{1/3}$$

Пласкет и Пирс получили для среднего значения эффекта Эйнштейна в лучевых скоростях величину +1.28 км/сек. Следовательно, эффектом Эйнштейна можно объяснить только часть К-эффекта. Нужно заметить, что отсутствие К-эффекта у слабых звезд делает такое объяснение сомнительным.

3. Вековое уменьшение массы звезд. В 1931 году Пиловский [70] использовал факт уменьшения массы вследствие излучения и вывел формулу:

$$V_r = Ar \sin 2(l-l_0) \cos^2 b - \frac{dM}{dt} \frac{1}{M} r \cos^2 b$$

Величину  $\frac{1}{M} \left| \frac{dM}{dt} \right|$  Пиловский вычислил на основе отклонения вертекса. Для звезд на расстояниях  $r=500$  пс в плоскости Галактики Пиловский получил  $K=+5.1$  км/сек.

Если даже считать вычисления Пиловского верными, объяснить К-эффект все таки не удастся, так как это объяснение предполагает увеличение К-эффекта с расстоянием, т. е. наличие большого К-эффекта в лучевых скоростях слабых О-В звезд, чего в действительности не наблюдается.

4. Лабораторные ошибки стандартных длин волн. Объяснение предложено Альбрехтом [40]. Эти ошибки может быть и имели значение для старых определений лучевых скоростей, но в лучевых скоростях, получаемых современными методами, ошибки такого рода, как на это указывают Пласкет и Пирс, не превышают 0.025 км/сек. Значит, это предложение не может объяснить даже часть наблюдаемого К-эффекта.

5. Звезды О-В движутся вдоль эллиптических орбит большого эксцентриситета. Гипотеза эта предложена Фрейндлихом и Паленом [51] и И. Ф. Полаком [33]. По этой теории Местная Система в настоящее время находится в апогалактии и быстро приближается к центру Галактики. Принимая эту гипотезу, нужно допустить, что комплекс ярких О-В звезд—это случайное скопление В звезд у апогалактиев своих орбит, причем слабые В звезды движутся иначе или не находятся у апогалактиев. Кроме того, звезды в действительности движутся не по эллипсам, а по более сложным орбитам. Обстоятельное исследование Розенхагена [78] показывает, что эта гипотеза не объясняет закономерностей движения по Z. В общем нахождение у апогалактиев только определенной группы звезд О-В нужно считать в высшей степени случайным фактом и такое объяснение—довольно искусственным.

6. Пекулярное движение отдельных групп звезд О-В. Пласкет и Пирс [74] использовали указание Каптейна на существование «южного потока», заново исследовали этот поток и показали, что для этих звезд К-эффект равняется +8 км/сек. В дальнейшем они исправили лучевые скорости за К-эффект, выявленный в движении потока и на основе этой процедуры свели К-эффект до величины, хорошо

объясняемой эффектом Эйнштейна. Процедура Пласкета и Пирса основательно была раскритикована Смартом, который вообще отрицал существование этого потока.

Московский астроном П. Г. Куликовский [13] подтвердил существование потока и на основе данных о дисперсии скоростей заключил, что поток очень старое образование ( $10^{10}$  лет).

Блаау в своей обширной работе [43] уточнил элементы этого потока, указав что поток образуют сравнительно яркие звезды до  $5^m$ ; более слабые звезды в потоке не участвуют.

Привлечение факта существования такого огромного потока звезд О-В к объяснению К-эффекта нельзя признать успешным, так как существование потока тогда само будет являться загадкой такого же порядка, что и К-эффект. Так что объяснение основной части К-эффекта случайным движением почти половины всех ярких звезд О-В нужно считать искусственным и не раскрывающим сущности вопроса, а заменяющим одно неизвестное другим.

7. Локальная нестационарность Местной Системы. Объяснение предложено советским ученым К. Ф. Огородниковым [17, 18]. Опираясь на явление диссипаций звезд в Местной Системе и допуская при этом, что плотность Местной Системы значительно больше, чем окружающего звездного поля, К. Ф. Огородников показал, что средняя лучевая скорость относительно наблюдателя, находящегося в Местной Системе будет иметь следующий вид:

$$\bar{v}_r = \frac{r}{t} \text{ для данного } t \text{ на больших расстояниях,}$$

$$\bar{v}_r = \frac{\sigma^2 t}{r} \text{ для больших } t \text{ на конечных расстояниях.}$$

В свете новейших работ Ван-Райна [77], показавшего, что плотность распределения О-В звезд не уменьшается с увеличением расстояния, и советского астронома Ш. Т. Хабидуллина [37], показавшего иллюзорность повышенной звездной плотности в направлении на центр Местной Системы в подсчетах Сирса и Джойнера [79], вопрос о существовании Местной Системы остается дискуссионным.

Такое объяснение предсказывает наличие К-эффекта в лучевых скоростях звезд других спектральных классов. К. Ф. Огородников избегает эту трудность указанием на незначительность расстояний этих звезд, но на расстоянии 100 парсеков известны лучевые скорости для достаточного количества звезд других спектральных классов, не обнаруживающих, однако, К-эффекта в 2 км/сек.

Кроме вышеприведенных, специально сделанных предположений, к объяснению К-эффекта применимы результаты некоторых общих динамических и кинематических теорий.

А. Кинематика Огородникова. В 1932 году К. Ф. Огородников [19] предложил изящную кинематическую схему для объяснения характера дифференциального движения в Галактике. Исходя из естественных допущений, что компоненты скоростей центроидов являются

9. აბსო. სპერტრალ. მბს. ბიულ., № 15.

непрерывными функциями положения, Огородников получил формулы:

$$\delta v_r = r \cos^2 b \{K + C \cos 2(l - l_0) + A \sin 2(l - l_0)\}$$

$$\delta v_\theta = r \cos b \{B + A \cos 2(l - l_0) - C \sin 2(l - l_0)\}$$

$$\delta v_\phi = r \sin b \cos b \{K + C \cos 2(l - l_0) + A \sin 2(l - l_0)\}$$

Из этих формул ясно, что независимо от конкретных форм потенциального поля Галактики, наблюдаемые лучевые скорости должны показывать двойную волну с долготой. Кроме этой двойной волны налицо зависящий от расстояния К-эффект.

В случае звезд О-В эта теория в чистом виде неприменима, так как К-эффект в лучевых скоростях этих звезд быстро уменьшается с расстоянием, начиная с определенного предела.

По Огородникову [20] «для этих звезд К-эффект должен иметь другую природу, чем кинематическая, которая предсказывается формулами Оорта».

Б. Теория нестационарных звездных систем. Эта теория предсказывает наличие движения вдоль галактического радиус-вектора центроидов звезд—расширение или сжатие системы, а вследствие этого—наличие К-эффекта, зависящего от расстояния.

Как указывалось выше, анализ движений долгопериодических цефеид и галактических скоплений показывает, что для этих представителей плоских подсистем К-эффект отрицателен и абсолютно очень малой величины. По П. П. Паренаго [23]  $K = -2.5$  км/сек/кпс. По К. А. Бархатовой [6]  $K = -1.3$  км/сек/кпс.

Следовательно, огромный положительный К-эффект в лучевых скоростях звезд О-В нельзя объяснить на основе теории нестационарных звездных систем.

В. Теория спиральной структуры Галактики. Указания на то, что плоские подсистемы обуславливают спиральную структуру Галактики, приводит к мысли применить к объяснению К-эффекта движение вдоль спиральных ветвей.

а) Теория спиральной структуры Линдблада. Линдблад [60, 61, 62] развил стройную теорию спиральной структуры Галактики, опираясь на неустойчивость круговых орбит в перифериях Галактики.

Буржуа и Кутре [45] сделали попытку объяснить особенности движений звезд О-В на основе этой теории.

Оставляя в стороне некоторые другие слабые стороны этой теории, укажем, что неизвестно почему неустойчивость круговых орбит так сильно проявляет себя только в случае ярких звезд О-В.

б) Теория спиральной структуры Чандрасекара [49]. Для групп звезд, обладающих сферическим распределением скоростей, Чандрасекар развил теорию, указывающую на существование движения точек с постоянной плотностью по спиралям довольно общего вида. Эта теория—конкретная форма общей теории нестационарных звездных систем, и, конечно, предсказывает наличие К-эффекта, зависящего от расстояния и к объяснению особенностей движения звезд О-В неприменима, хотя незначительная вытянутость эллипсоида скоростей у

звезд О-В как будто указывает на справедливость применения этой теории к движениям звезд О-В.

На основе вышеизложенного можно заключить, что к настоящему времени звездная астрономия не располагает удовлетворительным объяснением К-эффекта, а вопрос об объяснении других особенностей движения звезд почти вовсе и не ставился, несмотря на очевидную актуальность задачи.

Естественно было бы связать кинематические особенности звезд О-В с особенностями их генезиса.

Идеи В. А. Амбарцумяна о звездных ассоциациях дают ключ к разрешению этой проблемы.

### § 3. Средние значения лучевых скоростей и собственных движений, обусловленные расширением звездных ассоциаций

В 1947 году В. А. Амбарцумяном [1] установлено существование в Галактике особого типа звездных систем—звездных ассоциаций. За короткий промежуток времени астрономами Бюраканской обсерватории обнаружено около двух десятков ассоциаций и изучены некоторые общие характеристики этих систем [1, 2, 3, 4, 5, 8, 9].

Особенно важными для данной работы являются следующие выводы В. А. Амбарцумяна.

1) «Ассоциации являются системами, средняя плотность которых мала по сравнению с плотностью галактического звездного поля. Вследствие своей малой плотности ассоциации не могут находиться в состояниях, которые известны в звездной динамике под названием стационарных. Члены ассоциации расходятся в пространстве, смешиваясь со звездами поля с течением времени».

2) Ассоциации расширяются вследствие дифференциального вращения Галактики, но существует другая причина, играющая гораздо большую роль. Именно, звезды ассоциаций вылетели в различных направлениях с некоторыми скоростями из того первоначального объема, в котором они образовались. Начальные скорости не меньше 1 км/сек и не более 10 км/сек.

Б. А. Воронцов-Вельяминов выполнил обстоятельную работу о распределении горячих гигантов в Галактике [7] и указал на необходимость уточнения некоторых из выводов Бюраканских астрономов.

При этом Б. А. Воронцов-Вельяминов выдвинул гипотезу о наличии видимых сгущений звезд О-В в прозрачных местах (в «окнах прозрачности») Галактики. В. А. Амбарцумян [3] показал, что гипотеза В. А. Воронцова-Вельяминова неприемлема так как в обоих прозрачных местах Галактики—в направлении звездных облаков—ассоциации не обнаружены.

Заслуживает внимания мнение Б. А. Воронцова-Вельяминова о том, что звезды О-В образуются на спиральных ветвях Галак-

тики в т. н. звездных «вереницах» (по терминологии Б. А. Воронцова-Вельяминова). Следует заметить, что наблюдательных данных о распределении отдельных звезд О-В и ассоциаций в Галактике пока еще недостаточно для полного решения задачи о происхождении и эволюции звезд в звездных системах. Мы не входим в детали этого важного и интересного вопроса, тем более, что постановка рассматриваемой задачи и ее решение в настоящей работе не требуют точного решения вопроса о путях образования и развития звезд О-В. Для решения вопроса, поставленного в настоящей работе, совершенно достаточно уверенное констатирование некоторых положений, которые изложены ниже. Эти положения однозначно следуют из идей В. А. Амбарцумяна о звездных ассоциациях.

Данную работу можно рассматривать, как работу, в которой изучаются особенности движений О-В звезд в определенной кинематической схеме, опирающейся на факте расширения групп звезд О-В. Польза от анализа такой схемы бесспорна, тем более, что такая схема подробно рассматривается впервые, тогда как другая схема, опирающаяся на предположении о вращении Местной Системы, довольно обстоятельно рассмотрена К. Ф. Огородниковым [21] и Р. Б. Шацовой [38]. Здесь же укажем, что наблюдательные особенности звезд О-В можно объяснить в рамках многих конкретных кинематических схем при помощи соответствующего подбора значений коэффициентов в соответствующих формулах. Поэтому согласование схемы с наблюдательными фактами не может рассматриваться подтверждением реальности данной схемы. Вопрос реальности любого конкретного кинематического рассмотрения должен решаться в совокупности с другими фактами звездной астрономии.

Исходя из вышеуказанного, современные данные об образовании звезд О-В на спиральных ветвях определенными малыми или большими группами и дальнейшее расширение этих групп можно принять за достаточную базу для рассмотрения особенностей звезд О-В в схеме расширения, а не вращения местной группы звезд О-В.

Основой всего дальнейшего является естественное предположение, что звезды О-В, расположенные близко от Солнца, образовались в ветвях спиралей, и весь комплекс ярких О-В звезд—это результат расширения этих ветвей.

Объяснение особенностей движения звезд О-В, в таком случае, нужно связать с условием их образования.

В дальнейшем мы увидим, что попытка такого объяснения особенностей движения звезд О-В не безуспешна.

Вывод формул, необходимых для решения поставленной проблемы—объяснение особенностей в движениях звезд О-В—можно осуществить на основе известных данных о звездных ассоциациях.

С достаточным основанием можно принять следующие положения:

1. Комплекс ярких звезд В является результатом расширения ранее существовавших О—ассоциаций.

2. Все ассоциации образовались на спирали, в плоскости Галактики, в одну и ту же эпоху. Близкий к Солнцу отрезок спирали принимается за отрезок прямой. В целях математического упрощения задачи принимается, что ассоциации распределены по спирали непрерывно. Это последнее

допущение можно заменить следующим: точки образования ассоциаций распределены по спирали с одинаковыми вероятностями.

3. Условия образования звезд одинаковы для всех ассоциаций. Под условиями образования подразумеваются, главным образом: распределение звезд по спектральным классам, начальные скорости «выброса», количество звезд, распределение начальных скоростей «выброса», принимаемое сферическим.

4. Звезды, вскоре после их образования, рассматриваются как независимые точки, движущиеся под влиянием общего галактического поля тяготения с определенными начальными скоростями «выброса». Причем, как легко показать, размеры ассоциаций в этот начальный момент не более 5—10 парсеков, чем мы пренебрегаем.

5. Галактика принимается за стационарную систему с осевой симметрией и симметрией относительно плоскости. Известно, что Галактика не может находиться и действительно не находится в статистически равновесном состоянии, но может считаться очень близкой к стационарному состоянию (К. Ф. Огородников [20]). Можно было вначале не делать никаких допущений о стационарности Галактики, но при вычислении некоторых интересных числовых характеристик все таки пришлось бы пользоваться данными о стационарной Галактике благодаря малости параметров, отображающих нестационарность Галактики. Имея в виду это, целесообразно заранее ввести предположение, упрощающее вывод формул.

Для решения поставленной задачи используем уравнения:

$$\begin{aligned}\frac{d^2 R}{dt^2} &= R \Theta'^2 + \frac{\partial \Phi}{\partial R} \\ \frac{d}{dt} (R^2 \Theta') &= \frac{\partial \Phi}{\partial \Theta} = 0 \\ \frac{d^2 z}{dt^2} &= \frac{\partial \Phi}{\partial z}\end{aligned}\quad (1)$$

которые справедливы в наших условиях, т. е. когда Галактика рассматривается как стационарная система с осевой симметрией и с плоскостью симметрии, или когда:

$$\begin{aligned}\Phi(x, y, z) &\equiv \Phi(R, z) \\ \Phi(R, +z) &= \Phi(R, -z).\end{aligned}\quad (2)$$

Здесь и в дальнейшем приняты обозначения по П. П. Паренного ([28], стр. 351—359).

$\Phi(R, z)$  — потенциал Галактики;

$R, \Theta, z$  — цилиндрические координаты, в системе, центр которой совпадает с центром Галактики;

$V_{\Theta}$  — круговая скорость;

$A, B$  — коэффициенты Оорта.



В Галактике, как это показал П. П. Паренаго [32], удовлетворяется условие устойчивости круговых орбит:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial R^2} + \frac{3}{R} \frac{\partial \Phi}{\partial R} < 0$$

Поэтому решением системы (1) в первом приближении, является:

$$\begin{aligned}\xi &= \Delta R = a \sin \alpha_1 (t - t_1) \\ \eta &= R_0 \Delta \Theta = 2 \frac{V_{\Theta_0}}{R_0 \alpha_1} \cos \alpha_1 (t - t_1) \\ \zeta &= \zeta = b \sin \alpha_2 \sin (t - t_1); \end{aligned} \quad (3)$$

$\xi, \eta, \zeta$  — координаты в местной вращающейся системе.

Приближенное представление о действительных орбитах звезд, которое дается решением (3) совершенно достаточно для наших целей. Поэтому допускаем, что звезды, выброшенные из ассоциации будут двигаться по почти круговым орбитам, т. е. в дальнейшем примем за основу решение (3) системы (1).

Применим уравнения (3) к решению поставленной нами задачи, т. е. найдем значение средней скорости звезд, выброшенных из ассоциации в произвольной точке пространства, в момент  $t$ , если начальным моментом образования ассоциации будем считать  $t_0$ .

Рассмотрим теперь чертеж 1. Соответственно нашему допущению  $\vec{pp}$  изображает отрезок спирали, на которой в момент  $t_0$  образовались ассоциации. Уравнение этой прямой в системе  $x^1 y^1$  пусть будет

$$y^1_A = m x^1_A, \quad (4)$$

в момент  $t_0$ .

$x^1_A, y^1_A$  — текущие координаты начального расположения ассоциации.

$A_i, x^i, y^i$  — вращающаяся система, связанная с ассоциацией  $A_i$ .

$o\xi\eta$  — вращающаяся система соответствующая звезде, выброшенной из ассоциации  $A_i$  со скоростью  $V(V_x^i, V_y^i)$  относительно системы  $A_i, x^i, y^i$ .

Изучим движение звезды, выброшенной из ассоциации со скоростью  $V(V_x^i, V_y^i)$  относительно системы  $A_i, x^i, y^i$ . Рассмотрим сначала движение в плоскости  $(x^1, y^1)$ . Имеем

$$\begin{aligned}\xi &= a \sin \alpha_1 (t - t_1) \\ \eta &= 2 \frac{V_{\Theta_0}}{R_0 \alpha_1} a \cos \alpha_1 (t - t_1) \end{aligned} \quad (5)$$

Как известно, выбор вращающейся системы, в которой справедливы уравнения (5) зависит от углового момента каждой отдельной орбиты. Следовательно, система  $\xi, \eta$  различна для различных звезд.

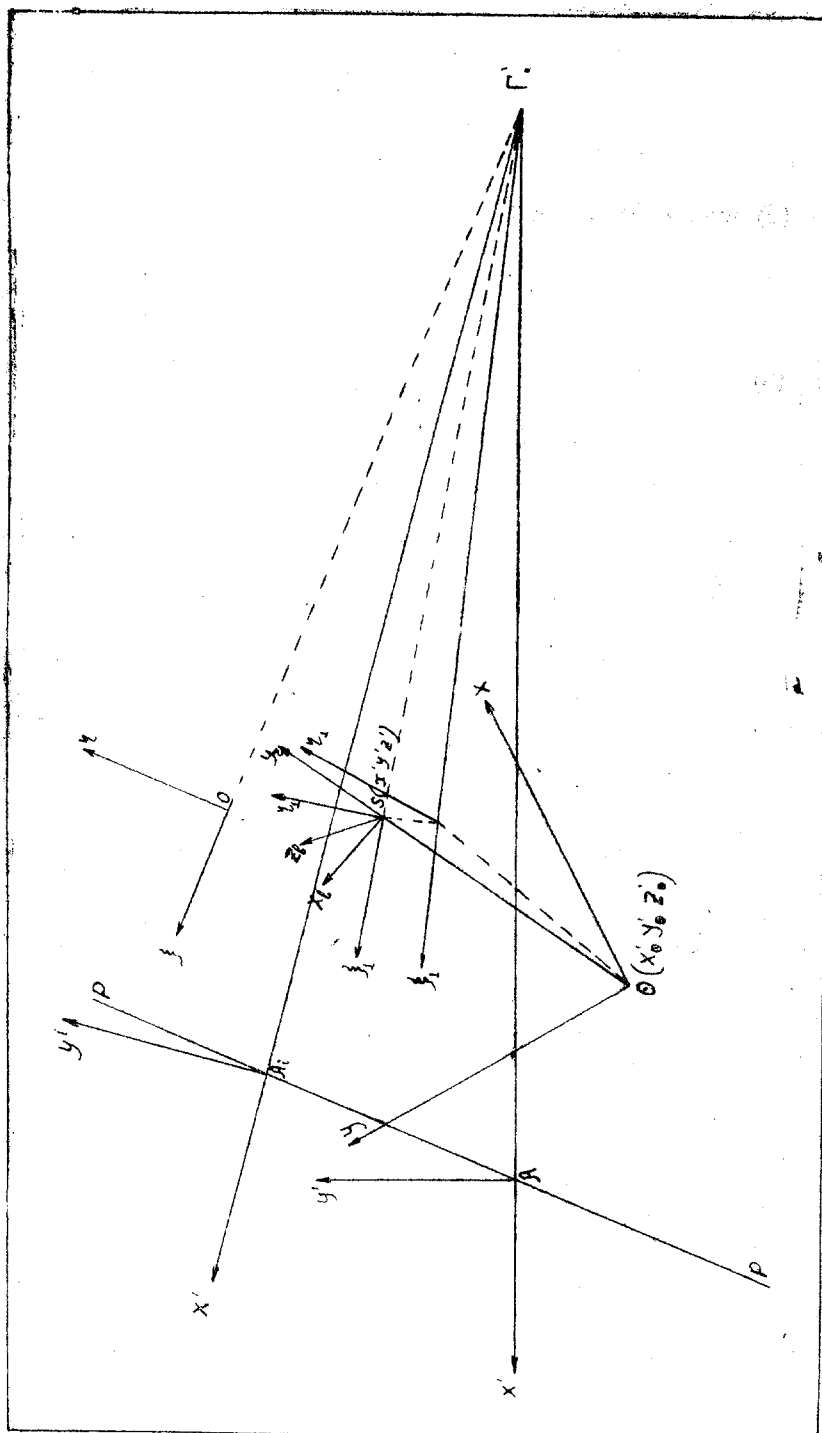


Рис. 1 б>б.

Используя обозначения

$$\begin{aligned} A &= -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\Theta_c}}{\partial R} - \frac{V_{\Theta_c}}{R} \right) \\ B &= -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\Theta_c}}{\partial R} + \frac{V_{\Theta_c}}{R} \right), \end{aligned} \quad (6)$$

уравнения (5) приводим к виду:

$$\begin{aligned} \xi &= a \sin \alpha_1 (t - t_1) \\ \eta &= a \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos \alpha_1 (t - t_1), \end{aligned} \quad (7)$$

так как из (6):

$$\frac{2V_{\Theta_c}}{R_0 \alpha_1} = \sqrt{\frac{B-A}{B}} \quad (8)$$

и

$$\alpha_1 = 2 \sqrt{B(B-A)}$$

Дальнейшей нашей задачей является определение  $a$  и  $t_1$  в уравнении (7) соответственно начальным условиям, за которые следует брать следующие: при  $t=t_0$  звезда находится в точке  $x^1_A y^1_A$  в системе  $x^1, y^1$  и ее скорость в системе  $A, x^i y^i$  равняется  $V(V_x^i, V_y^i)$ .

Выразим эти условия аналитически. Для этой цели рассмотрим движения всех звезд в системе  $x^1, y^1$ .

Ясно, что

$$\begin{aligned} x^1 &= x^1_A(t) + x_0^i(t) + \xi \\ y^1 &= y^1_A(t) + y_0^i(t) + \eta \end{aligned} \quad (9)$$

где  $x^1_A(t), y^1_A(t)$  — координаты начала системы  $A, x^i y^i$  в системе  $x^1, y^1$ ;  
 $x_0^i(t), y_0^i(t)$  — координаты начала системы  $o\xi\eta$  в системе  $A, x^i y^i$ ;  
 $\xi, \eta$  — координаты звезды в системе  $o\xi\eta$ .

Если ограничимся только первыми степенями малых количеств, можно принять:

$$\begin{aligned} x^1_A(t) &= x^1_A(t_0) \\ y^1_A(t) &= y^1_A(t_0) - 2Ax^1_A(t_0)(t-t_0) \end{aligned} \quad (10)$$

и

$$\begin{aligned} x_0^i(t) &= x_0^i(t_0) \\ y_0^i(t) &= y_0^i(t_0) - 2Ax_0^i(t_0)(t-t_0), \end{aligned} \quad (11)$$

где  $x^1_A(t_0), y^1_A(t_0)$  и  $x_0^i(t_0), y_0^i(t_0)$  начальные значения соответствующих величин. С той же степенью точности (Линдблад [62]):

$$\begin{aligned} x^i &= \xi^i \\ y^i &= \eta^i \left( \frac{B}{B-A} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Штрих " ' " обозначает производную по времени.

Начальные условия принимают вид:

$$t = t_0 \quad 1) \quad x^1 = x_A^1 \quad 2) \quad \xi' = \xi'(t_0) = V_{xi} \\ y^1 = y_A^1 \quad \eta' = \eta'(t_0) = V_{yi} \frac{B-A}{B} \quad (13)$$

так как, на основе (12):

$$\xi'(t_0) = x^{xi}(t_0) = V_{xi} \\ \eta'(t_0) = y^i(t_0) \frac{B-A}{B} = V_{yi} \frac{B-A}{B}.$$

Начальные условия относительно скоростей и уравнения (7) дают:

$$x_1 a \cos x_1 (t_0 - t_1) = V_{xi} \\ - a \sqrt{\frac{B-A}{B}} x_1 \sin x_1 (t_0 - t_1) = V_{yi} \frac{B-A}{B} \quad (14)$$

Отсюда:

$$a \cos x_1 (t_0 - t_1) = \frac{V_{xi}}{x_1} \\ a \sin x_1 (t_0 - t_1) = - \frac{V_{yi}}{x_1} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \quad (15)$$

Ясно, что

$$x_0^i(t_0) = - \xi(t_0) = - a \sin x_1 (t_0 - t_1) = \frac{V_{yi}}{x_1} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \\ y_0^i(t_0) = - \eta(t_0) = - a \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos x_1 (t_0 - t_1) = - \frac{V_{xi}}{x_1} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \quad (16)$$

или:

$$x_0^i(t_0) = - \frac{V_{yi}}{2B} \\ y_0^i(t_0) = + \frac{V_{xi}}{2B} \quad (17)$$

Используя (17), перепишем (11) в виде:

$$x_0^i(t) = - \frac{V_{yi}}{2B} \\ y_0^i(t) = \frac{V_{xi}}{2B} + \frac{A}{B} V_{yi} (t - t_0). \quad (18)$$

Заменяя в (9) соответствующие величины согласно (10), (18) и (7), получим:

$$x^1 = x_A^1 - \frac{V_{yi}}{2B} + a \sin x_1 (t - t_1) \\ y^1 = y_A^1 - 2Ax_A^1(t - t_0) \frac{V_{xi}}{2B} + \frac{A}{B} V_{yi} (t - t_0) + a \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos x_1 (t - t_1) \quad (19)$$

По

$$\begin{aligned}
 & a \sin \kappa_1 (t - t_1) = \\
 & = \frac{V_{x^i}}{\kappa_1 \cos \kappa_1 (t_0 - t_1)} [\sin \kappa_1 (t - t_0) \cos \kappa_1 (t - t_0) + \cos \kappa_1 (t - t_0) \sin \kappa_1 (t_0 - t_1)] = \\
 & = \frac{V_{x^i}}{\kappa_1} \sin \kappa_1 (t - t_0) + \frac{V_{x^i}}{\kappa_1} \cos \kappa_1 (t - t_0) \operatorname{tg} \kappa_1 (t_0 - t_1)
 \end{aligned}$$

Из (15) имеем:

$$\operatorname{tg} \kappa_1 (t_0 - t_1) = -\frac{V_{y^i}}{V_{x^i}} \sqrt{\frac{B-A}{B}}$$

Следовательно:

$$\xi = \frac{V_{x^i}}{\kappa_1} \sin \kappa_1 (t - t_0) - \frac{V_{y^i}}{\kappa_1} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos \kappa_1 (t - t_0) \quad (20)$$

Аналогично:

$$\begin{aligned}
 \eta = a \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos \kappa_1 (t - t_1) = -\frac{V_{x^i}}{2B} \cos \kappa_1 (t - t_0) + \\
 + \frac{V_{y^i}}{2B} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \sin \kappa_1 (t - t_0) \quad (21)
 \end{aligned}$$

Теперь (19) можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned}
 x^1 = x^1_A - \frac{V_{y^i}}{2B} + \frac{V_{x^i}}{\kappa_1} \sin \kappa_1 (t - t_0) - \frac{V_{y^i}}{\kappa_1} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos \kappa_1 (t - t_0) \\
 y^1 = y^1_A - 2Ax^1_A(t - t_0) + \frac{V_{x^i}}{2B} + \frac{A}{B} V_{y^i} (t - t_0) - \frac{V_{x^i}}{2B} \cos \kappa_1 (t - t_0) - \\
 - \frac{V_{y^i}}{2B} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \sin \kappa_1 (t - t_0)
 \end{aligned}$$

После некоторых элементарных преобразований, эти последние уравнения можно переписать в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 x^1 = x^1_A + \frac{V_{x^i}}{\kappa_1} \sin \kappa_1 (t - t_0) + V_{y^i} \left( \frac{\cos \kappa_1 (t - t_0) - 1}{2B} \right) \\
 y^1 = x^1_A [m - 2A(t - t_0)] - V_{x^i} \left( \frac{\cos \kappa_1 (t - t_0) - 1}{2B} \right) - \\
 - V_{y^i} \left[ \frac{\sqrt{\frac{B-A}{B}}}{2B} \sin \kappa_1 (t - t_0) - \frac{A}{B} (t - t_0) \right] \quad (22)
 \end{aligned}$$

Введем обозначения:

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin \kappa_1 (t - t_0)}{\kappa_1} &= f_1 \\
 \frac{\cos \kappa_1 (t - t_0) - 1}{2B} &= f_2
 \end{aligned}$$

$$-\frac{\sqrt{\frac{B-A}{B}}}{2B} \sin \alpha_1 (t-t_0) + \frac{A}{B} (t-t_0) = f_3.$$

(22) перепишем так

$$\begin{aligned} V_{x^i} f_1 + V_{y^i} f_2 &= x^1 - x^1_A \\ -V_{x^i} f_2 + V_{y^i} f_3 &= y^1 - x^1_A [m - 2A(t-t_0)] \end{aligned} \quad (23)$$

Из системы (23) определим  $V_{x^i}$  и  $V_{y^i}$ . Детерминант этой системы обозначим через  $D = f_2^2 + f_1 f_3$ .

Получим:

$$\begin{aligned} V_{x^i} D &= f_3 x^1 - f_2 y^1 + x^1_A [f_2 m - f_3 - 2f_2 A(t-t_0)] \\ V_{y^i} D &= f_2 x^1 + f_1 y^1 + x^1_A [-f_1 m - f_2 + 2f_1 A(t-t_0)] \end{aligned} \quad (24)$$

Обозначая:

$$\begin{aligned} f_2 m - f_3 - 2f_2 A(t-t_0) &= F_1 \\ -f_1 m - f_2 + 2f_1 A(t-t_0) &= F_2 \\ f_3 x^1 - f_2 y^1 &= \Phi_1 \\ f_2 x^1 + f_1 y^1 &= \Phi_2, \end{aligned} \quad (25)$$

получим:

$$\begin{aligned} V_{x^i} \cdot D &= \Phi_1 + F_1 x^1_A \\ V_{y^i} \cdot D &= \Phi_2 + F_2 x^1_A \end{aligned} \quad (26)$$

Последние показывают, что в точку  $S(x^1, y^1)$  или, вернее,—в бесконечно малый объем вокруг точки  $S(x^1, y^1)$  в момент  $t$  попадут звезды, выброшенные из ассоциации с координатами  $(x^1_A, y^1_A)$ , если компоненты скорости  $V_{x^i}$ ,  $V_{y^i}$  удовлетворяют условиям (26). Но, ясно, что  $V_{x^i}$ ,  $V_{y^i}$  не могут принимать всевозможных значений. Следовательно, в точке  $S(x^1, y^1)$  в момент  $t$  могут находиться только звезды, выброшенные из определенных ассоциаций. Рассмотрим этот вопрос подробнее.  $V_{x^i}$ ,  $V_{y^i}$ —это компоненты скорости звезды относительно вращающейся системы координат. Легко сообразить, что

$$\begin{aligned} V_{x^i} &= V_x + A_x \\ V_{y^i} &= V_y + A_y, \end{aligned} \quad (27)$$

где  $V_x$ ,  $V_y$ —составляющие скорости выброса относительно соответствующего дозвездного тела.  $A_x, A_y$ —составляющие скорости дозвездного тела в системе  $A_i x^i y^i$ . Конечно,  $A_x = A_x \neq 0$ ,  $A_y \neq 0$  и их величины определяются соответственно закону движения по эллиптическому эпициклу, так как нужно принять, что дозвездные тела движутся по почти круговым орбитам.

Согласно нашему допущению:

$$V_x^2 + V_y^2 = V^2 = \text{Const} \quad (28)$$

и соответственно закону движения по эллиптическому эпициклу:

$$A_x^2 + \frac{B-A}{B} A_y^2 = \alpha_1^2 C^2 = \text{Const} \quad (29)$$

Значит  $V_{x^i}$  и  $V_{y^i}$  могут принимать значения, удовлетворяющие условиям (27), (28) и (29).

Если рассматривается достаточно большое количество звезд в малом объеме вокруг точки  $S(x^1, y^1)$ , то вместо индивидуальных значений начальных скоростей можно рассматривать их среднее значение.

Ясно, что

$$\begin{aligned}\bar{V}_x^i &= V_x \\ \bar{V}_y^i &= V_y \\ \bar{V}_x^2 + \bar{V}_y^2 &= V^2\end{aligned}\quad (30)$$

так как  $\bar{A}_x = 0$  и  $\bar{A}_y = 0$ .

(26) при применении (30) дают:

$$\Phi^2 V^2 = (\Phi_1 + F_1 \bar{x}_{A1}^1)^2 + (\Phi_2 + F_2 \bar{x}_{A2}^1)^2,$$

или:

$$(F_1^2 + F_2^2) x^{12} A + 2(F_1 \Phi_1 + F_2 \Phi_2) x^1 A + \Phi_1^2 + \Phi_2^2 - V^2 D^2 = 0. \quad (31)$$

Отсюда

$$\bar{x}_{A1}^1 = -\frac{F_1 \Phi_1 + F_2 \Phi_2}{F_1^2 + F_2^2} \pm \sqrt{\frac{(F_1 \Phi_1 + F_2 \Phi_2)^2}{(F_1^2 + F_2^2)^2} - \frac{\Phi_1^2 + \Phi_2^2 - V^2 D^2}{F_1^2 + F_2^2}}. \quad (32)$$

Обозначим:

$$-\frac{F_1 \Phi_1 + F_2 \Phi_2}{F_1^2 + F_2^2} = \psi_1 \quad (33)$$

$$\sqrt{\frac{\Phi_1^2 + \Phi_2^2 - V^2 D^2}{F_1^2 + F_2^2}} = \psi_2 \quad (33')$$

Имеем:

$$\begin{aligned}\bar{x}_{A1}^1 &= \psi_1 + \psi_2 \\ \bar{x}_{A2}^1 &= \psi_1 - \psi_2\end{aligned}\quad (34)$$

Отсюда видно, что в малый объем вокруг точки  $S(x^1, y^1)$  попадут звезды, выброшенные из двух участков спирали со средними абсциссами  $\bar{x}_{A1}^1$  и  $\bar{x}_{A2}^1$ , с одинаковыми вероятностями, согласно нашему допущению о распределении точек образования ассоциаций по спирали.

(34) и (26) дают:

$$\begin{aligned}\bar{V}_{x^i} D &= \Phi_1 + F_1 \psi_1 \\ \bar{V}_{y^i} D &= \Phi_2 + F_2 \psi_1\end{aligned}\quad (35)$$

На основе (20) и (21) имеем:

$$\begin{aligned}\xi' &= V_{x^i} \cos \alpha_1 (t - t_0) + V_{y^i} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \sin \alpha_1 (t - t_0) \\ \eta' &= \frac{V_{x^i} \alpha_1}{2B} \sin \alpha_1 (t - t_0) - \frac{V_{y^i} \alpha_1}{2B} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \cos \alpha_1 (t - t_0)\end{aligned}\quad (36)$$

В точке  $(x^1, y^1)$  выберем местную вращающуюся систему  $\xi_1, \eta_1$ . Рассмотрим движения звезд в малом объеме вокруг точки  $(x^1, y^1)$  относительно этой системы.

Для преобразования систем имеем формулы:

$$\begin{aligned}\xi'_1 &= \xi' \\ \eta'_1 &= \eta' \left( \frac{B}{B-A} \right)\end{aligned}\quad (37)$$

Получаем:

$$\begin{aligned}\xi'_1 &= V_{x1} \cos \alpha_1 (t-t_0) + V_{y1} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \sin \alpha_1 (t-t_0) \\ \eta'_1 &= \frac{V_{x1} \alpha_1}{2B} \frac{B}{B-A} \sin \alpha_1 (t-t_0) - \frac{V_{y1} \alpha_1}{2B} \sqrt{\frac{B-A}{B}} \frac{B}{B-A} \cos \alpha_1 (t-t_0)\end{aligned}\quad (38)$$

Отсюда, используя (35), после элементарных преобразований получим:

$$\begin{aligned}D \bar{\xi}'_1 &= (\Phi_1 + F_1 \psi_1) \cos \alpha_1 (t-t_0) + \sqrt{\frac{B-A}{B}} (\Phi_2 + F_2 \psi_1) \sin \alpha_1 (t-t_0) \\ D \bar{\eta}'_1 &= -\sqrt{\frac{B}{B-A}} (\Phi_1 + F_1 \psi_1) \sin \alpha_1 (t-t_0) + (\Phi_2 + F_2 \psi_1) \cos \alpha_1 (t-t_0)\end{aligned}\quad (39)$$

Формулы (39) решают основную часть поставленной нами задачи.

Они дают средние значения составляющих скорости  $(\bar{\xi}'_1, \bar{\eta}'_1)$  в местной системе координат.

Средние значения составляющих скорости в любой другой системе можно получить, применяя соответствующие формулы преобразования, с учетом дифференциального галактического вращения на соответствующем расстоянии.

Формулы (39) мы напомним следующим образом:

$$\begin{aligned}\bar{\xi}'_1 &= u_1 x^1 + u_2 y^1 \\ \bar{\eta}'_1 &= v_1 x^1 + v_2 y^1\end{aligned}\quad (40)$$

где

$$\begin{aligned}u_1 &= \frac{1}{D} \left[ \left( f_3 - F_1 \frac{f_3 F_1 + f_2 F_2}{F_1^2 + F_2^2} \right) \cos \alpha_1 (t-t_0) + \right. \\ &\quad \left. + \left( f_2 - F_2 \frac{f_3 F_1 + f_2 F_2}{F_1^2 + F_2^2} \right) K \sin \alpha_1 (t-t_0) \right] \\ u_2 &= \frac{1}{D} \left[ \left( -f_2 - F_1 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) \cos \alpha_1 (t-t_0) + \right. \\ &\quad \left. + \left( f_1 - F_2 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) K \sin \alpha_1 (t-t_0) \right] \\ v_1 &= \frac{1}{D} \left[ - \left( f_3 - F_1 \frac{f_3 F_1 + f_2 F_2}{F_1^2 + F_2^2} \right) \frac{\sin \alpha_1 (t-t_0)}{K} + \right. \\ &\quad \left. + \left( f_2 - F_2 \frac{f_3 F_1 + f_2 F_2}{F_1^2 + F_2^2} \right) \cos \alpha_1 (t-t_0) \right]\end{aligned}\quad (40')$$



$$v_2 = \frac{1}{D} \left[ - \left( -f_2 - F_1 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) \frac{\sin \kappa_1 (t - t_0)}{K} - \right. \\ \left. - \left( f_3 - F_2 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) \cos \kappa_1 (t - t_0) \right].$$

Рассмотрим движение по  $\zeta$  координате.

Третье уравнение системы (1) дает:

$$\frac{d\zeta_1}{dt} = \sqrt{V_{\zeta_1}^2 - \kappa^2 \zeta_1^2} \quad \kappa^2 = 4nG\rho \quad (41)$$

Начальными условиями являются: при  $t = t_0$   $\zeta_1 = 0$   $\frac{d\zeta_1}{dt} = V_{\zeta_1}$ ,

где  $V_{\zeta_1}$  —  $\zeta$  составляющая скорости выброса.

Интегрируя (41), получим:

$$t = \int \frac{d\zeta_1}{\sqrt{V_{\zeta_1}^2 - \kappa^2 \zeta_1^2}} = \frac{1}{\kappa} \arcsin \frac{\kappa \zeta_1}{V_{\zeta_1}} + c_1. \quad (42)$$

Следовательно:

$$\sin \kappa (t - t_0) = \frac{\kappa \zeta_1}{V_{\zeta_1}} \quad (43)$$

$$V_{\zeta_1} = \frac{\kappa}{\sin \kappa (t - t_0)} \cdot \zeta_1$$

Из (41) получаем:

$$\zeta_1 = \zeta_1 \kappa \operatorname{Ctg} \kappa (t - t_0) \quad (44)$$

Вводя обозначение:

$$\kappa \operatorname{Ctg} \kappa (t - t_0) = w,$$

имеем:

$$\zeta_1' = w \zeta_1 \quad (45)$$

и

$$\zeta_1' = w \zeta_1^1. \quad (46)$$

Окончательно, для средних значений составляющих скорости звезд в малом объеме вокруг точки  $(x^1, y^1, z^1)$  имеем зависимости:

$$\bar{\xi}_1' = u_1 x^1 + u_2 y^1 \\ \bar{\eta}_1' = v_1 x^1 + v_2 y^1 \\ \bar{\zeta}_1' = w \zeta_1^1. \quad (47)$$

Изучая функции  $u_1, u_2, v_1, v_2$  по выражениям (40), легко можно показать, что

$$u_1 = -u_2 m_t \quad (48)$$

$$v_1 = -v_2 m_t,$$

где

$$m_t = m - 2A(t - t_0) \quad (49)$$

Отсюда:

$$\begin{aligned}\bar{\xi}'_1 &= -u_2 m_t x^1 + u_2 y^1 = u_2 (y^1 - m_t x^1) \\ \bar{\eta}'_1 &= -v_2 m_t x^1 + v_2 y^1 = v_2 (y^1 - m_t x^1) \\ \bar{\zeta}'_1 &= w t^1.\end{aligned}\quad (50)$$

Эти последние выражения отражают тот факт, что  $\bar{\xi}'_1, \bar{\eta}'_1$  остаются инвариантными относительно переноса начала системы  $Ax^1y^1$  вдоль спирали.

Действительно, если за начало новой системы  $A_1x''y''$  возьмем точку  $A_1$  с координатами в начальную эпоху  $x^1_{A_1}y^1_{A_1}$ , то ясно:

$$\begin{aligned}x'' &= x^1 - x'_{A_1} \\ y'' &= y^1 - y'_{A_1} = y^1 - x'_{A_1} m_t.\end{aligned}\quad (51)$$

Условие

$$u_1 x' + u_2 y' = u_1 x'' + u_2 y''$$

дает:

$$u_1 = -u_2 m_t.$$

Аналогично:

$$v_1 = -v_2 m_t.$$

Ясно, что  $m_t$  — это угловой коэффициент отрезка спирали в момент  $t$  относительно системы  $Ax^1y^1$ .

Формулы можно упростить, если движения звезд рассмотреть в системе  $Ax^0y^0$  связанной с отрезком спирали следующим образом: ось  $Ax^0$  направим вдоль спирали в направлении  $l = 180^\circ + l_0 - \varphi_t$ , ось  $Ay^0$  — перпендикулярно спирали в направлении  $l = 180^\circ + l_0 - \varphi_t + 90^\circ$ . Таким же образом ориентировочную систему выберем в точке  $S(x^1, y^1, z^1)$ . Назовем эту систему  $Sx^0_1, y^0_1, z^0_1$ .

Для преобразования координат будем иметь формулы:

$$\begin{aligned}x^1 &= x^0 \cos \varphi_t + y^0 \sin \varphi_t \\ y^1 &= x^0 \sin \varphi_t - y^0 \cos \varphi_t \\ \bar{x}^1_1 &= \bar{\xi}_1 \cos \varphi_t + \bar{\eta}_1 \sin \varphi_t \\ \bar{y}^1_1 &= \bar{\xi}_1 \sin \varphi_t - \bar{\eta}_1 \cos \varphi_t \\ \operatorname{tg} \varphi_t &= m_t.\end{aligned}\quad (52)$$

(50) и (52) дают:

$$\begin{aligned}\bar{x}^0_1 &= u y^0 \\ \bar{y}^0_1 &= v y^0,\end{aligned}\quad (53)$$

где

$$\begin{aligned}u &= -u_2 - v_2 m_t \\ v &= v_2 - u_2 m_t.\end{aligned}\quad (53')$$

Пусть  $X^{\odot*}, Y^{\odot*}, Z^{\odot*}$  — составляющие скорости Солнца в системе  $Ax^0, y^0, z^0$  относительно центра масс рассматриваемых звезд О-В в малом

объеме вокруг Солнца. Но, если Солнце находится в точке  $x_{\odot}^{\circ}, y_{\odot}^{\circ}, z_{\odot}^{\circ}$ , движение центроида ближайших к Солнцу звезд, относительно кругового движения на расстоянии Солнца, можно представить следующими составляющими:

$$\begin{aligned}\bar{x}_{\odot}^{\circ} &= uy_{\odot}^{\circ} \\ \bar{y}_{\odot}^{\circ} &= vx_{\odot}^{\circ} \\ \bar{z}_{\odot}^{\circ} &= wz_{\odot}^{\circ},\end{aligned}\quad (54)$$

Ясно, что составляющие  $X_{\odot}^{\circ}, Y_{\odot}^{\circ}, Z_{\odot}^{\circ}$  скорости Солнца относительно кругового движения на расстоянии Солнца будут:

$$\begin{aligned}X_{\odot}^{\circ} &= uy_{\odot}^{\circ} + X_{\odot}^{*\circ} \\ Y_{\odot}^{\circ} &= vx_{\odot}^{\circ} + Y_{\odot}^{*\circ} \\ Z_{\odot}^{\circ} &= wz_{\odot}^{\circ} + Z_{\odot}^{*\circ}.\end{aligned}\quad (55)$$

Отсюда, наблюдаемое относительное движение центроида звезд О-В в малом объеме вокруг точки  $S$  можно представить в виде:

$$\begin{aligned}\Delta \bar{X}^{\circ} &= n(y^{\circ} - y_{\odot}^{\circ}) + X_{\odot}^{*\circ} + \delta u \\ \Delta \bar{Y}^{\circ} &= v(y^{\circ} - y_{\odot}^{\circ}) + Y_{\odot}^{*\circ} + \delta v \\ \Delta \bar{Z}^{\circ} &= w(z^{\circ} - z_{\odot}^{\circ}) + Z_{\odot}^{*\circ} + \delta w,\end{aligned}\quad (56)$$

где  $\delta u, \delta v, \delta w$  соответствующие члены дифференциального галактического вращения.

Для перехода к подвижному триедру можно использовать известные формулы (Паренaго [28] стр. 386—390):

$$\begin{aligned}\bar{V}_r &= r[a \cos^2 \lambda \cos^2 \beta + b \sin^2 \lambda \cos^2 \beta + c \sin^2 \beta + 2f \sin \lambda \sin \beta \cos \beta + \\ &\quad + 2g \cos \lambda \sin \beta \cos \beta + 2h \sin \lambda \cos \lambda \cos^2 \beta] + V_{r\odot} + \delta V_r \\ kr \cos \beta \bar{\mu}_{\lambda} &= r \cos \beta \left\{ \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)_0 - \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)_0 \right] + h \cos 2\lambda - \frac{1}{2} (a-b) \sin 2\lambda + \right. \\ &\quad \left. + \left[ \cos \lambda \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right)_0 - \sin \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right)_0 \right] \operatorname{tg} \beta \right\} + V_{\lambda\odot} + \delta v_{\lambda} \\ kr \bar{\mu}_{\beta} &= -\frac{1}{4} (a-b) \cos^2 \lambda \sin 2\beta - \frac{1}{2} h \sin 2\lambda \sin 2\beta - \frac{1}{4} (a+b-2c) \sin 2\beta + \\ &\quad + g \cos \lambda \cos 2\beta + f \sin \lambda \cos^2 \beta - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial \lambda} \right)_0 - \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)_0 \right] \cos \lambda - \\ &\quad - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right)_0 - \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)_0 \right] V_{\beta\odot} + \delta v_{\beta},\end{aligned}\quad (57)$$

где  $V_{r\odot}, V_{\lambda\odot}, V_{\beta\odot}$  — составляющие скорости центроида рассматриваемых

звезд относительно Солнца в соответствующих направлениях,  $\delta V_r$ ,  $\delta V_\lambda$ ,  $\delta V_\beta$  — составляющие дифференциального вращения.

Далее:

$$\begin{aligned} a &= \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \right)_0 & b &= \left( \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right)_0 & c &= \left( \frac{\partial \bar{w}}{\partial t} \right)_0 \\ 2t &= \left( \frac{\partial \bar{v}}{\partial \lambda} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial y} \right)_0 & 2g &= \left( \frac{\partial \bar{w}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial \lambda} \right)_0 & 2h &= \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right)_0 \end{aligned} \quad (58)$$

В нашем случае:

$$\begin{aligned} a &= 0, & b &= v, & c &= w, & f &= 0, & g &= 0, & 2h &= u \\ \lambda &= -[180 - (l - l_1)] & \beta &= b \\ l_1 &= l_0 - \varphi_1. \end{aligned} \quad (59)$$

(57) и (59) дают:

$$\begin{aligned} \bar{V}_r &= r[V \sin^2 \lambda \cos^2 \beta + w \sin^2 \beta + u \sin \lambda \cos \lambda \cos^2 \beta] + V_{r\odot} + \delta v_r \\ kr \cos \beta \bar{\mu}_s &= r \cos \beta \left[ -\frac{u}{2} + \frac{u}{2} \cos 2\lambda + \frac{v}{2} \sin 2\lambda \right] + V_{\lambda\odot} + \delta v_\lambda \\ kr \bar{\mu}_b &= \frac{1}{4} V \cos 2\lambda \sin 2\beta - \frac{1}{4} \sin 2\lambda \sin 2\beta - \frac{1}{4} (-v_2 w) \sin 2\beta + V_{\beta\odot} + \delta v_\beta \end{aligned} \quad (60)$$

Отсюда:

$$\begin{aligned} \bar{V}_r &= r \cos^2 b \left[ \frac{v}{2} + \frac{u}{2} \sin 2(l - l_1) - \frac{v}{2} \cos 2(l - l_1) \right] + w r \sin 2b + V_{r\odot} + \delta v_r \\ kr \cos \beta \bar{\mu}_s &= r \cos b \left[ -\frac{u}{2} + \frac{v}{2} \sin 2(l - l_1) + \frac{4}{2} \cos 2(l - l_1) \right] + V_{s\odot} + \delta V_s \\ kr \bar{\mu}_b &= -r \sin b \cos b \left[ + \left( \frac{v}{2} - w \right) + \frac{u}{2} \sin 2(l - l_1) - \frac{v}{2} \cos 2(l - l_1) \right] + \\ &\quad V_{b\odot} + \delta v_b \end{aligned} \quad (61)$$

Напишем члены дифференциального движения в виде:

$$\begin{aligned} \delta v_r &= r A \sin 2(l - l_0) \cos^2 b \\ \delta v_s &= r \cos b [B + A \cos 2(l - l_0)] \\ \delta v_b &= -r \sin b \cos b \cdot A \sin 2(l - l_0) \end{aligned} \quad (62)$$

для  $V_{r\odot}, V_{s\odot}, V_{b\odot}$  имеем следующие выражения:

$$\begin{aligned} V_{r\odot} &= -X \cos l \cos b - Y \sin l \sin b - Z \sin b \\ V_{s\odot} &= X \sin l - Y \cos l \\ V_{b\odot} &= X \cos l \sin b + Y \sin l \sin b - Z \cos b \end{aligned} \quad (63)$$

где  $X, Y, Z$  — составляющие скорости Солнца относительно центроида рассматриваемых звезд в обычной системе прямоугольных галактических координат.

10. ადმსი. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15.

$X, Y, Z$  представим в виде:

$$\begin{aligned} X &= X^* + X_{\odot} \\ Y &= Y^* + Y_{\odot} \\ Z &= Z^* + Z_{\odot}, \end{aligned} \quad (64)$$

где  $X_{\odot}, Y_{\odot}, Z_{\odot}$  — составляющие скорости Солнца относительно звезд, движущихся по круговым орбитам в обычной прямоугольной системе координат,  $X^*, Y^*, Z^*$  — движения центроида рассматриваемых звезд относительно тех же звезд, в той же системе. Ясно, что

$$\begin{aligned} X^* &= -\rho_{\odot}(-u \cos l_1 + v \sin l_1) \\ Y^* &= -\rho_{\odot}(-u \sin l_1 - v \cos l_1) \\ Z^* &= -w\chi_{\odot}, \end{aligned} \quad (65)$$

где  $\rho_{\odot} = Y^0$  — расстояние от Солнца до оси спирали,  $\chi_{\odot}$  — расстояние Солнца от плоскости симметрии Галактики.

Вводя обозначения:

$$\begin{aligned} A' &= \frac{1}{2} \sqrt{u^2 + v^2} \\ \operatorname{tg} 2\varepsilon &= -\frac{v}{u} \\ \frac{v}{2} &= k' - \frac{u}{2} = B' \quad l' = l_1 - \varepsilon \end{aligned} \quad (66)$$

и принимая во внимание (62) и (63), формулам (61) можно придать следующий вид:

$$\begin{aligned} \bar{V}_r &= r \cos^2 b [k' + A' \sin 2(l - l')] + r \cos^2 b A \sin 2(l - l_0) \\ &\quad + w r \sin^2 b - X \cos l \cos b - Y \sin l \cos b - Z \sin b \\ k r \cos b \bar{\mu}_s &= r \cos b [B' + A' \cos 2(l - l')] + r \cos b [B + A \cos 2(l - l_0)] + \\ &\quad + X \sin l - Y \cos l \\ k r \bar{\mu}_s &= -r \sin b \cos b [(k' - w) + A' \sin 2(l - l')] - A r \sin 2(l - l_0) \sin b \cos b + \\ &\quad + X \cos l \sin b + Y \sin l \sin b - Z \cos b \end{aligned} \quad (67)$$

(67) можно упростить следующим образом:

$$\begin{aligned} V_r &= K_1 + A_1 r \sin 2(l - L) - X \cos l \cos b - Y \sin l \cos b - Z \sin b \\ k r \cos b \bar{\mu}_s &= r \cos b [B_1 + A_1 \cos 2(l - L)] + X \sin l - Y \cos l \\ k r \bar{\mu}_s &= -r \sin b \cos b [K_2 + A_1 \sin 2(l - L)] + X \cos l \sin b + Y \sin l \sin b - Z \cos b, \end{aligned} \quad (68)$$

где:

$$\begin{aligned} A_1 \sin 2L &= A' \cos 2l' + A \cos 2l_0 \\ A_1 \cos 2L &= A' \sin 2l' + A \sin 2l_0 \\ K_1 &= (k' \cos^2 b + w \sin^2 b) r \\ B_1 &= B' + B \\ k_2 &= k' - w \end{aligned} \quad (69)$$

Формулы (68) имеют такой же вид, что и формулы, которые обычно используются при анализе движений звезд с целью вывода элементов движения Солнца и вращения Галактики.

Итак, при анализе движений звезд О-В с точки зрения расширения звездных ассоциаций, можно пользоваться данными общеизвестных исследований, в которых за основу были приняты формулы вида (68).

Ясно, что для звезд, входивших в ассоциации (комплекс ярких звезд О-В) формулы (68) дадут не величины  $A, B, l_0, X_\odot, Y_\odot, Z_\odot$ , характеризующие действительные элементы вращения Галактики и движения Солнца, а искаженные величины  $A_1, B_1, L, X, Y, Z$ .

Заметим, что в нашем случае, когда заранее известно, что комплекс ярких звезд О-В расширяется вследствие наличия у звезд собственных скоростей выброса из ассоциаций, можно было прямо воспользоваться формулами кинематики Огородникова — Милна. Но, непосредственный вывод этих формул с использованием характера орбит дает возможность получить зависимости соответствующих коэффициентов от времени и тем самым оценить возраст комплекса.

Для удобства дальнейшего использования, все нужные формулы соберем вместе. В нижеприведенной сводке формулы перенумерованы заново. Этой нумерацией и будем пользоваться в дальнейшем.

Сводка формул:

$$\bar{V}_r = K_1 + A_1 r \sin 2(l - L) - X \cos l \cos b - Y \sin l \cos b - Z \sin b$$

$$kr \cos b \bar{\mu}_0 = r \cos b [B_1 + A_1 \cos 2(l - L)] + X \sin l - Y \cos l \quad (1)$$

$$kr \bar{\mu}_0 = -r \sin b \cos b [K_2 + A_1 \sin 2(l - L)] + X \cos l \sin b + Y \sin l \sin b - Z \cos b$$

$$K_1 = (k' \cos^2 b + w \sin^2 b) \cdot r$$

$$A_1 \cos 2L = A' \cos 2l' + A \cos 2l_0$$

$$A_1 \sin 2L = A' \sin 2l' + A \sin 2l_0$$

$$k_2 = k' - w$$

$$B_1 = B' + B$$

$$l_1 = l' + \varepsilon$$

$$A' = \frac{1}{2} \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$\operatorname{tg} 2\varepsilon = -\frac{v}{u}$$

$$k' = \frac{v}{2} \quad B' = -\frac{u}{2}$$

$$l_1 = l_0 - \varphi_t \quad \varphi_t = \operatorname{arctg} m_t$$

$$X = X^* + X_\odot$$

$$Y = Y^* + Y_\odot$$

$$Z = Z^* + Z_\odot$$

(2)

(3)

(4)

$$\left. \begin{aligned} X^* &= \rho \odot (u \cos l_1 - v \sin l_1) \\ Y^* &= \rho \odot (u \sin l_1 + v \cos l_1) \\ Z^* &= -w \chi \odot \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} u &= -u_2 - v_2 m_t \\ v &= v_2 - u_2 m_t \\ m_t &= m - 2A(t - t_0) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} u_2 &= \frac{1}{D} \left[ \left( -f_1 - F_1 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) \cos \chi_1 (t - t_0) + \right. \\ &\quad \left. + \left( f_1 - F_2 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) k \sin \chi_1 (t - t_0) \right] \\ v_2 &= \frac{1}{D} \left[ - \left( -f_2 - F_1 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) \frac{\sin \chi_1 (t - t_0)}{k} + \right. \\ &\quad \left. + \left( f_1 - F_2 \frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} \right) \cos \chi_1 (t - t_0) \right] \\ w &= \chi \operatorname{ctg} \chi (t - t_0) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\chi_1 = 2\sqrt{B(B-A)} \quad \chi^2 = 4\pi G \bar{\rho} \quad k = \sqrt{\frac{B-A}{B}}$$

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= \frac{\sin \chi_1 (t - t_0)}{\chi_1} \\ f_2 &= \frac{\cos \chi_1 (t - t_0) - 1}{2B} \\ f_3 &= - \frac{\sqrt{\frac{B-A}{B}}}{2B} \sin \chi_1 (t - t_0) + \frac{A}{B} (t - t_0) \\ F_1 &= -f_3 + f_2 m_t \\ F_2 &= -f_2 - f_1 m_t \\ D &= f_2^2 + f_1 f_3 = -\frac{f_2}{B} - \frac{A}{B} f_1 (t - t_0) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

В дальнейшем мы будем опираться, в основном, на формуле выражающей  $\bar{V}_r$ .

В остальной части работы мы применим эти формулы для объяснения особенностей в движениях звезд О-В и попутно выведем некоторые интересные характеристики рассматриваемого комплекса звезд (возраст, скорость выброса).

С этой целью мы рассмотрим известные решения Пласскета и Пирса, Али и др. Принимая их значения  $A, l_0$  и т. д. за  $A_1, L$  и т. д., мы получаем возможность объяснения всех известных особенностей в движениях звезд О-В.

## § 4. Объяснение особенностей в движениях звезд О-В

Применение полученных формул довольно естественно и просто объясняет все известные особенности в движениях ярких звезд О-В.

1. К-эффект. С точки зрения полученных формул, для звезд, входящих в комплекс ярких звезд О-В—в комплекс, который образовался в результате расширения определенных ассоциаций, в лучевых скоростях мы должны ожидать положительный К-эффект:

$$K_1 = k' \cos^2 b + w \sin^2 b) \bar{r}$$

Принимая во внимание, что для звезд О-В с достаточной точностью можно положить:

$$\cos^2 b \approx 1 \quad \sin^2 b \approx 0,$$

для К-эффекта имеем выражение:

$$K_1 = k' \bar{r} \quad k' = \frac{v}{2}$$

В лучевых скоростях звезд, которые образовались в других ассоциациях, в другие эпохи, мы должны ожидать К-эффект другой величины, связанный с начальными условиями образования этих звезд и с расположением Солнца относительно соответствующей группы.

Ясно, что при переходе от одной группы звезд к другой, К должен претерпевать разрыв, что и наблюдается при переходе от ярких О-В к слабым.

Значит, звезды, в лучевых скоростях которых обнаружен К-эффект, имеют общность происхождения—они образовались сравнительно недавно в ассоциациях, расположенных на одной спирали, причем ассоциации находятся на пределе рассеивания, а звезды у которых не замечен К-эффект, образованы, может быть, опять таки в ассоциациях, но гораздо раньше или же очень недавно и в процессе расширения они еще не достигли окрестностей Солнца, так, что средняя скорость равняется нулю.

Используя данные Марковича [64] о том, что в лучевых скоростях звезд (ярче 5.51 зв. величины), обладающих тенденцией образования потоков, обнаружен К-эффект, а в лучевых скоростях звезд, не обладающих такой тенденцией, К-эффект незаметен, можно допустить, что комплекс ярких звезд сложный: 3/4 этих звезд обладают значительным К-эффектом, 1/4—не обладает этим эффектом. Значит, комплекс ярких звезд—это результат перемешивания звезд, образованных недавно в ассоциациях, и звезд «поля», образованных раньше и успевших основательно рассеяться вследствие сложного движения и уже не показывающих систематического эффекта расширения.

Таким образом, отличие различных начальных условий происхождения очень просто и естественно объясняет качественную сторону К-эффекта.

Количественно это объяснение подтверждается. Это будет показано ниже, после оценки величин  $u$  и  $v$ .

Ясно, что при вычислении значений коэффициентов, характеризующих кинематические особенности комплекса ярких звезд О-В, нужно прини-



мать во внимание сложность этого комплекса. Имея в виду, что звезды, показывающие большой К-эффект и тенденцию к образованию потоков и звезды, не показывающие таких явлений, перемешаны в пропорции 3:1, для наблюдаемых средних значений, лучевых скоростей и собственных движений можно написать следующие уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \bar{V}_r^H &= \frac{3}{4} \bar{V}_r + \frac{1}{4} \bar{V}_r^0 \\ \bar{\mu}_e^H &= \frac{3}{4} \bar{\mu}_e + \frac{1}{4} \bar{\mu}_e^0 \\ \bar{\mu}_b^H &= \frac{3}{4} \bar{\mu}_b + \frac{1}{4} \bar{\mu}_b^0 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где  $\bar{V}_r^0, \bar{\mu}_e^0, \bar{\mu}_b^0$  средняя лучевая скорость и собственные движения звезд О-В, не обладающих К-эффектом и не участвующих в потоке. Эти средние значения можно рассматривать в виде:

$$\left. \begin{aligned} \bar{V}_r^0 &= A r \sin 2(l-l_0) - X_\odot \cos l \cos b - Y_\odot \sin l \cos b - Z_\odot \sin b \\ k r \cos b \bar{\mu}_e^0 &= r \cos b [B + A \cos 2(l-l_0)] + X_\odot \sin l - Y_\odot \cos l \\ k \bar{\mu}_b^0 &= -r \sin b \cos b \cdot A \sin 2(l-l_0) + X_\odot \cos l \sin b + Y_\odot \sin l \sin b - Z_\odot \cos b \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

(9), на основе (1) и (10), запишем так:

$$\left. \begin{aligned} \bar{V}_r^H &= \frac{3}{4} K_1 + a r \sin 2(l-l_2) - X' \cos l \cos b - Y' \sin l \cos b - Z \sin b \\ k r \cos b \bar{\mu}_e^H &= r \cos b [B_2 + a \cos 2(l-l_2)] + X' \sin l - Y' \cos l \\ k r \bar{\mu}_b^H &= -\sin b \cos b \left[ \frac{3}{4} k_2 + a \sin 2(l-l_2) \right] + X' \cos l \sin b + Y' \sin l \sin b - Z' \cos b \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где

$$\left. \begin{aligned} a \cos 2 l_2 &= \frac{3}{4} A' \cos 2 l' + A \cos 2 l_0 \\ a \sin 2 l_2 &= \frac{3}{4} A' \sin 2 l' + A \sin 2 l_0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} X' &= \frac{3}{4} X^* + X_\odot \\ Y' &= \frac{3}{4} Y^* + Y_\odot \\ Z' &= \frac{3}{4} Z^* + Z_\odot \\ B_2 &= \frac{3}{4} B' + B \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

2. Вопрос о «Южном потоке». Тенденция к образованию потоков. При выводе наших формул, мы не могли принимать во внимание действительного расположения ассоциаций по спирали. Ввиду этого формулы применимы к большим группам звезд; при рассматривании сравнительно небольших групп, явно выявляются местные особенности, связанные с действительной картиной распределения ассоциаций. Отсюда естественно наличие явления потоков для звезд, расположенных близко друг от друга.

Другая причина этого явления заключается в неполном учете движения Солнца, обусловленном несимметричным расположением Солнца относительно рассматриваемого комплекса.

Действительно, применение обычного анализа лучевых скоростей даст для скорости Солнца компоненты

$$X, Y, Z,$$

искаженные вследствие несимметричного расположения Солнца, так как

$$X = X_{\odot} + X^*$$

$$Y = Y_{\odot} + Y^*$$

$$Z = Z_{\odot} + Z^*.$$

Если мы заранее возьмем за компоненты скорости Солнца величины:

$$X_{\odot}, Y_{\odot}, Z_{\odot},$$

то, при анализе лучевых скоростей любой группы звезд данного комплекса, мы получим явление потока с элементами:

$$-X^*, -Y^*, -Z^*$$

или же, вообще, если за компоненты скорости Солнца возьмем величины  $X_1, Y_1, Z_1$ , то рассматривание отдельных групп укажет на существование потока с элементами:

$$X_1 - X, Y_1 - Y, Z_1 - Z.$$

Рассматривая южный поток, Б л а у взял следующие величины в качестве компонентов скорости Солнца:

$$X_1 = +17.4 \text{ км/сек}$$

$$Y_1 = +6.7 \text{ км/сек}$$

$$Z_1 = +4.0 \text{ км/сек},$$

полученные из анализа движений звезд на низких галактических широтах. Эти звезды, в основном, более слабые и не принадлежат к данному комплексу.

Непосредственный анализ звезд на  $\bar{r} = 220$  пс, по Али дает:

$$X = +17.65 \text{ км/сек}$$

$$Y = +10.82 \text{ км/сек}$$

$$Z = +(7.2) \text{ км/сек}.$$

Значит, после исключения из наблюдаемых значений лучевых скоростей скорости Солнца по Б л а у, мы вправе ожидать явления потока с элементами:

$$V_x = X_1 - X = -0.2 \text{ км/сек}$$

$$V_y = Y_1 - Y = -4.1 \text{ км/сек}$$

$$V_z = Z_1 - Z = -3.2 \text{ км/сек}.$$

Изучая южный поток, Б л а а у — исключив движение Солнца—получил для элементов потока величины:

$$V_x = -0.4 \pm 0.9 \text{ км/сек}$$

$$V_y = -11.6 \pm 0.5 \text{ км/сек}$$

$$V_z = -2.8 \pm 2.2 \text{ км/сек}$$

Рассмотрим группу звезд в интервале  $130^\circ > l > 50^\circ$ ,—группу, диаметрально противоположную «Южному потоку». Назовем эту группу «Северным потоком». Средние скорости возьмем по П л а с к е т у и П и р с у ([74], таблица 7, группа 3).

Исключая движение Солнца по Б л а а у, для «Северного потока» получим элементы:

$$V_x = -0.1 \pm 1 \text{ км/сек}$$

$$V_y = +0.7 \pm 1 \text{ км/сек}$$

$$V_z = (-4.0) \text{ км/сек}$$

( $V_z$  не вычислялось в виду малости  $b$ ).

Разница между элементами «Южного потока» и «Северного потока» кажущаяся, так как они получены в результате не вполне правильной манипуляции. Именно, не был учтен К-эффект. Действительно, при рассмотрении групп, расположенных по одну сторону от Солнца, К-эффект автоматически войдет в элементы «потоков».

Исправим эти вычисления и, кроме движения Солнца, учтем и К-эффект, величиной  $+4.3$  км/сек. В результате, для «Южного потока» получим элементы:

$$V_x = -0.3 \pm 1.2 \text{ км/сек}$$

$$V_y = -5.6 \pm 0.6 \text{ км/сек}$$

$$V_z = -4.0 \pm 2.8 \text{ км/сек},$$

а для «Северного потока»:

$$V_x = +0.2 \pm 1 \text{ км/сек}$$

$$V_y = -4.2 \pm 1 \text{ км/сек}$$

$$V_z = (-4.0) \text{ км/сек}.$$

Для обоих потоков в пределах ошибок получены одинаковые элементы, равные величинам, предсказанным на основе выведенной разности между компонентами движения Солнца по Б л а а у и по А л и.

Следовательно; «Южный поток» просто—следствие несимметричного расположения Солнца относительно рассматриваемого комплекса звезд, и северную группу ярких звезд О-В можно рассматривать «Северным потоком» на одинаковых основаниях с «Южным потоком». Отсюда—несправедливость объяснения К-эффекта особым потоком южных звезд.

Эффект расширения ассоциации, естественно объясняя К-эффект, объясняет и сущность наличия огромного потока южных звезд, устанавливает между этими явлениями глубокую генетическую связь.

Нужно заметить, что существует значительная дисперсия скоростей внутри каждого «потока» (Северного и Южного). Относительно южного потока, это явление было использовано П. Г. Куликовским [13] за основу оценки возраста потока. П. Г. Куликовский получил для возраста этой группы  $10^{10}$  лет—неприемлемую величину. С нашей точки

зрения, дисперсия средних скоростей внутри потока—это простой результат начального неравномерного распределения ассоциаций, вызывающего местные отклонения средних скоростей.

3. Вычисление основных коэффициентов. С целью определения современных значений функций  $u$  и  $v$  и углового коэффициента отрезка спирали и других интересных характеристик рассматриваемого комплекса, используем зависимости (11), (12), (13).

Самым подходящим материалом для вычислений являются решения Пирса (Таблица 1, № 37) и Али (Таблица 1, № 89). Для коэффициентов Оорта и направления на центр Галактики принимаем следующие значения:

$$A = +0.020 \text{ км/сек/пс} = +0''.0042 \text{ в год}$$

$$B = -0.013 \text{ км/сек/пс} = -0''.0028 \text{ в год}$$

$$l_0 = 325^\circ$$

1). а) На основе данных Али:

$$a = +0.009 \text{ км/сек/пс}$$

$$l_2 = 286^\circ.2$$

$$\bar{r} = 220 \text{ пс}$$

по формулам (12) получаем:

$$\frac{3}{4} A' \cos 2l' = -0.0137 \text{ км/сек/пс}$$

$$\frac{3}{4} A' \sin 2l' = +0.0121 \text{ км/сек/пс}$$

$$A' = +0.024 \text{ км/сек/пс} \quad \operatorname{tg} 2l' = -0.88321$$

б) На основе данных Пирса:

$$a = -0.004 \text{ км/сек/пс}$$

$$l_2 = 299^\circ.7$$

$$\bar{r} = 250 \text{ пс}$$

имеем:

$$\frac{3}{4} A' \cos 2l' = -0.0081 \text{ км/сек/пс}$$

$$\frac{3}{4} A' \sin 2l' = +0.0134 \text{ км/сек/пс}$$

$$A' = +0.021 \text{ км/сек/пс} \quad \operatorname{tg} 2l' = -1.65433$$

2) а) Среднее значение К-эффекта на расстоянии 220 пс по Али +3.65 км/сек, на расстоянии 250 пс, по Пирсу, +3.8 км/сек.

Следовательно:

$$\frac{3}{4} K_1 = +3.63, \text{ если } \bar{r} = 220 \text{ пс,}$$

$$\frac{3}{4} K_1 = +3.8, \text{ если } \bar{r} = 250 \text{ пс.}$$

$$\frac{3}{4} \cdot 220 \cdot K' = 3.63; \text{отсюда, используя } k_1 = k'7, K' = +0.022 \text{ км/сек/пс}$$

$$\frac{3}{4} \cdot 250 \cdot K' = 3.8; \text{отсюда } K' = +0.020 \text{ км/сек/пс.}$$

Так как  $K' = \frac{v}{2}$ , для  $v$  получим значение:

$$v = +0.044 \text{ км/сек/пс.}$$

б) А ли, на основе анализа собственных движений для  $B_2$ , получить значение:

$$B_2 = -0.024 \text{ км/сек/пс.}$$

Но,  $B_1 = \frac{3}{4} B_1 + B$ ; отсюда:  $\frac{3}{4} B' = -0.011$

$$B' = -0.0146 \text{ км/сек.}$$

Так как  $\dot{B}' = -\frac{4}{2}$ , для  $u$  имеем

$$u = +0.029 \text{ км/сек,}$$

$$\operatorname{tg} 2\epsilon = -\frac{v}{u} = -1.517.$$

Если по значениям  $u$  и  $v$  вычислим  $A$  с применением формул (3), получим:

$$A' = +0.026 \text{ км/сек.}$$

Последнее значение совпадает с полученным из непосредственного вычисления этого коэффициента.

3) Для определения  $\varphi$  (чертеж 2) используем формулы:

$$l' = l_1 - \epsilon$$

$$l_1 = l_0 - \varphi_t$$

из значения  $\operatorname{tg} 2l'$  и  $\operatorname{tg} 2\epsilon$ .

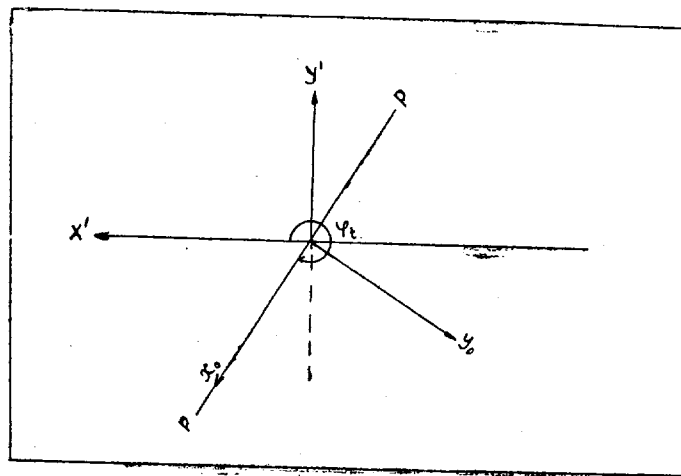


Рис. 2 ббб.

Простые вычисления дают:

$$\varphi_t = +285^\circ \pm 8^\circ \quad m_t = -3.57$$

4. Вычисление истинных значений компонентов движения Солнца. Несимметричное расположение Солнца относительно комплекса звезд О-В обуславливает искажения компонентов скорости Солнца. Естественно допустить, что несоответствие, отмеченное при рассматривании дисперсии скоростей и скорости Солнца, вызывается, именно, вышеуказанным обстоятельством — искажением скорости Солнца вследствие несимметричного расположения Солнца.

Истинным значением скорости Солнца назовем то значение этой скорости, которое находится в соответствии с дисперсией скоростей.

Указанное соответствие устанавливается зависимостью Стремберга:  $V_\odot - V_{\odot c} = c_1 \sigma^2 + c_2$ . Следует заметить, что в известной работе о пространственных скоростях звезд П. П. Паренго приходит к заключению о несправедливости зависимости Стремберга. Поэтому нижеприведенные вычисления лучше рассматривать, лишь как некоторую иллюстрацию метода вычисления некоторых интересных параметров на основе предложенной зависимости между значением скорости Солнца и дисперсией скоростей.

Имея в своем распоряжении зависимость Стремберга и значения  $l_1$ , на основе наших формул можно вычислить:

$$X^*, Y^*, Z^*$$

$$X_\odot, Y_\odot, Z_\odot$$

а также и  $\rho_\odot$  — проекцию расстояния Солнца от спирали на плоскость Галактики.

Так как имеем (5) и  $l_1 = 40^\circ$ , то

$$Y^* = -8.67 X^*$$

По Стрембергу:

$$v' = -p \sigma^2 + \beta$$

$$p = 0.0192$$

$$\beta = -10.0 \text{ км/сек}$$

Направление осей Стремберга:

	$l$	$b$
$\bar{x}_1$	$331.5^\circ$	$0.0^\circ$
$\bar{y}_1$	$61.5$	$+9.0$
$\bar{z}_1$	$211.5$	$+81.0$

Связь с обычной системой координат осуществится формулой:

$$X = a_{11} X' + a_{12} Y' + a_{13} Z' \text{ и т. д.,}$$

где

$a_{11} = 0.87$	$a_{12} = +0.48$	$a_{13} = 0.08$
$a_{21} = -0.48$	$a_{22} = +0.86$	$a_{23} = -0.14$
$a_{31} = 0$	$a_{32} = +0.16$	$a_{33} = +1.00$

Имеем:

$$Y' = a_{12} X + a_{22} Y + a_{32} Z.$$

$$Y' = +0.48 X + 0.86 Y + 0.16 Z.$$

Если взять  $\sigma = 17$  км/сек (по Минеру) значение  $Y$ , соответствующее зависимости Стремберга, будет

$$Y' = -15.5$$

Тогда в вышеуказанной зависимости между  $Y$  и  $X, Y, Z$  за  $X, Y, Z$  нужно принять  $-X_{\odot}, -Y_{\odot}, -Z_{\odot}$  (знак минус берется потому, что Стремберг рассматривает движение группы относительно Солнца). Значит, имеем

$$-15.5 = -0.48 X_{\odot} - 0.86 Y_{\odot} - 0.16 Z_{\odot}.$$

Но,

$$X_{\odot} = X - X^*$$

$$Y_{\odot} = Y - Y^*$$

$$Z_{\odot} = Z - Z^*.$$

Для  $X, Y, Z$  возьмем значения Али:

$$X = +17.7 \text{ км/сек}$$

$$Y = +10.8 \text{ км/сек}$$

$$Z = 7.2 \text{ км/сек.}$$

Принимая, что  $Z^* = 0$ , вследствие малости  $\zeta_{\odot}$ , будем иметь:

$$-15.5 = +0.48(X^* - 17.7) + 0.86(-8.67X^* - 10.8) - 0.16 \cdot 7.2$$

$$-6.98X^* = +3.44$$

$$X^* = -0.5$$

$$Y^* = +4.3.$$

Отсюда истинные значения компонентов скорости Солнца будут:

$$X_{\odot} = 18.2$$

$$Y_{\odot} = 6.5$$

$$Z_{\odot} = 7.2$$

Дальше, зная

$$\rho_{\odot} = \frac{\sqrt{X^{*2} + Y^{*2}}}{\sqrt{u^2 + v^2}}$$

получаем:

$$\rho_{\odot} \approx 100 \text{ пс}$$

т. е. Солнце находится на расстоянии  $\approx 100$  парсеков от спирали в сторону положительного направления оси, следовательно, в ту сторону от спирали, где и находится центр Галактики.

Изложенное в этом параграфе рассуждение естественно объясняет обнаруженное несоответствие между дисперсией скоростей и скоростью Солнца, хотя ясно, что числовые значения, полученные в этом параграфе, потребуют в дальнейшем уточнений.

5.3 значение коэффициентов А и В. Отношение осей эллипсоида скоростей. В стационарных звездных системах существуют зависимости:

$$A = -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\theta c}}{\partial R} - \frac{V_{\theta c}}{R} \right)$$

$$B = -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\theta c}}{\partial R} + \frac{V_{\theta c}}{R} \right)$$

$$A - B = \frac{V_{\theta c}}{R}$$

$$\left( \frac{h}{R} \right)^2 = \frac{B}{B - A}$$

$$V_{\theta} - V_{\theta c} = c_1 \sigma^2 + c_2$$

Обнаруженное искажение значений компонентов скорости Солнца искажает значение  $V_{\theta c}$ , а, следовательно и всех величин, зависящих от  $V_{\theta c}$  и его производной.

Вычислим величину искажений  $V_{\theta c}$ . Искажённые значения всех величин обозначим сверху знаком „u“.

Имеем:

$$V_{\theta 0} - V_{\theta c} = c_1 \sigma^2 + c_2$$

$$V_{\theta 0}^u - V_{\theta c}^u = c_1 \sigma^2 + c_2$$

$$V_{\theta 0}^u = V_{\theta 0} - (V_{\theta 0} - V_{\theta 0}^u)$$

Известно, что

$$V_{\theta 0} - V_{\theta c} = V_x \cos 55^\circ + V_y \sin 55^\circ$$

где  $V_x, V_y$  — компоненты движения центроида рассматриваемой группы относительно центроида звезд, окружающих Солнце и обращающихся вокруг центра Галактики по круговым орбитам.

Ясно, что

$$V_x^u = X + X_{\odot s} \quad V_x = X_{\odot} + X_{\odot s}$$

$$V_y^u = Y + Y_{\odot s} \quad V_y = Y_{\odot} + Y_{\odot s}$$

где  $X_{\odot s}, Y_{\odot s}$  — компоненты движения Солнца относительно окружающих его звезд — стандартное движение Солнца.

$X, Y$  — получающиеся из анализа лучевых скоростей значения компонентов скорости Солнца,  $X_{\odot}, Y_{\odot}$  — истинные значения компонентов скорости Солнца.

$$X = X_{\odot} + X^*$$

$$Y = Y_{\odot} + Y^*$$

$$V_{\theta 0}^u - V_{\theta c} = (X^* + X_{\odot} + X_{\odot s}) \cos 55^\circ + (Y^* + Y_{\odot} + Y_{\odot s}) \sin 55^\circ$$

$$V_{\theta 0} - V_{\theta c} = (X_{\odot} + X_{\odot s}) \cos 55^\circ + (Y_{\odot} + Y_{\odot s}) \sin 55^\circ$$

$$V_{\theta 0} - V_{\theta 0}^u = -X^* \cos 55^\circ - Y^* \sin 55^\circ$$

$$V_{\theta 0} - V_{\theta 0}^u = \rho_{\odot} [u \cos (l_1 - 55^\circ) - v \sin (l_1 - 55^\circ)]$$

Так как

$$X^* = \rho_{\odot} (u \cos l_1 - v \sin l_1)$$

$$Y^* = \rho_{\odot} (u \sin l_1 + v \cos l_1)$$



Но,

$$V_{\theta_c}^* - V_{\theta_c} = V_{\theta_c}^* - V_{\theta_c}$$

$$V_{\theta_c}^* = V_{\theta_c} - (V_{\theta_c} - V_{\theta_c}^*) = V_{\theta_c} + 0.039\rho\odot$$

с достаточной точностью (чертеж 3):

$$R - R\odot = \rho\odot \cos \alpha$$

$$\rho\odot = \frac{R - R\odot}{\cos \alpha}$$

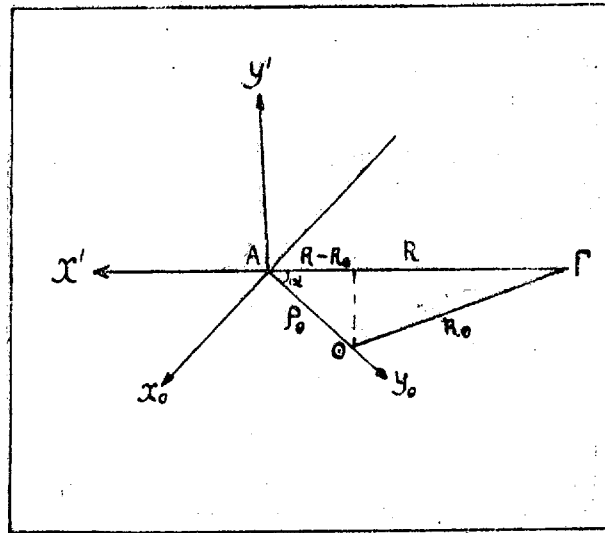


Рис. 3 ббб.

Отсюда:

$$V_{\theta_c}^* = V_{\theta_c} + 0.040(R - R\odot)$$

$$A^* = -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\theta_c}^*}{\partial R} - \frac{V_{\theta_c}^*}{R} \right)$$

$$A^* = -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\theta_c}}{\partial R} + 0.040 - \frac{V_{\theta_c}}{R} - \frac{0.040(R - R\odot)}{R} \right)$$

$$\frac{0.040(R - R\odot)}{R} \approx 0$$

$$A^* = -\frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_{\theta_c}}{\partial R} - \frac{V_{\theta_c}}{R} \right) - \frac{0.040}{2}$$

$$A^* = A - 0.020 \approx 0$$

$$B^* = -0.033$$

$$\left( \frac{h}{k} \right)^{2*} = \frac{B^*}{B^* - A^*} = \frac{0.033}{0.033} = +1.00 \quad \frac{h^*}{k^*} = 1.0$$

Наблюдения дают (для смешанного комплекса звезд О-В):

$$a = +0.0087 \pm 0.030 \quad \frac{h^2}{k^2} = +0.84 \text{ (Паренаго)}$$

$$B = -0.021 \pm 0.004 \text{ (Али)}$$

Совпадение вычисленных и полученных из наблюдения значений удовлетворительное.

Отсюда—довольно простое и естественное объяснение искажения значений коэффициентов А и В и отношения осей эллипсоида.

6. Возраст комплекса ярких звезд О-В. Наблюденные особенности кинематических характеристик рассматриваемого комплекса предоставляют возможность оценить возраст комплекса.

Действительно, зная значения функций  $u$ ,  $v$  в современную эпоху и соответствующее значение углового коэффициента отрезка спирали, легко вычислить  $t - t_0 = T$  по формулам (6) и (7).

Формулы (7), выражающие  $u_2$  и  $v_2$  в функции  $T$ , легко привести к виду, удобному для вычисления  $T$ .

Обозначая  $\frac{f_1 F_2 - f_2 F_1}{F_1^2 + F_2^2} = P$  и раскрывая скобки в выражениях (7), легко получаем:

$$Du_2 = f_2(1 + mp) + f_3p$$

$$Dv_2 = f_1(1 + mp) - f_2p.$$

Отсюда:

$$u_2(f_2 - mf_1) + v_2(f_3 + mf_2) = 1.$$

Эта последняя зависимость представляет условие, которому должны удовлетворять  $u_2$  и  $v_2$  в любой момент времени. Обозначая левую сторону последнего равенства через  $F(T, m; u_2, v_2)$ , можно составить для данных значений  $u_2$  и  $v_2$  график функции  $F$ . Значение  $T$ , при котором выполняется условие:

$$F = 1,$$

является возрастом рассматриваемого комплекса звезд.

По известным значениям А и В можно вычислить постоянные коэффициенты, входящие в выражения  $f_1, f_2, f_3$ . Получим:

$$f_1 = 23.439 \cdot 10^6 \sin \kappa_1 (t - t_0)$$

$$f_2 = 36.833 \cdot 10^6 [1 \cos \kappa_1 (t - t_0)]$$

$$f_3 = +58.712 \cdot 10^6 \sin \kappa_1 (t - t_0) - 1.538 \cdot 10^6 \cdot T$$

$$\kappa_1 = \frac{2\pi}{150 \cdot 10^6 \text{ лет}};$$

$$m = -3.57 + 0.041 T \quad (T \text{ — выражено в миллионах лет}).$$

Выражения (6) по вычисленным значениям  $u$  и  $v$  дают

$$u_2 = +0.010 \text{ км/сек/пс}$$

$$v_2 = +0.011 \text{ км/сек/пс}.$$

Следует заметить, что в выражении  $F$  нужно  $u_2$  и  $v_2$  взять в радианах или, оставляя их в км/сек/пс, в условии  $F=1$  в правой стороне вместо единицы взять  $0.978 \cdot 10^6$ .

Таблица IV дает функцию  $F(T, m; u_2, v_2)$  для различных  $T$ . Эта таблица для значения  $T$  дает  $T \approx 220 \cdot 10^6$  лет.

Таблица IV ცხრილი

$T$ $10^6$	$f_1$ $10^6$	$f_2$ $10^6$	$f_3$ $10^6$	$m$ $10^6$	$mf_1$ $10^6$	$mf_2$ $10^6$	$f_2 - mf_1$ $10^6$	$f_3 + mf_2$ $10^6$	$F$ $10^6$
210	+13.8	+66.7	-288.4	+5.04	+69.5	+336.1	-2.8	+47.7	+0.49
215	+9.6	+70.4	-306.6	+5.24	+50.3	+368.9	+20.1	+62.3	+0.89
220	+4.9	+72.9	-326.1	+5.45	+26.7	+397.3	+46.2	+71.2	+1.24
230	-4.9	+72.9	-366.0	+5.86	-28.7	+427.2	+101.6	+61.2	+1.69
240	-13.8	+66.7	-403.7	+6.27	-86.5	+418.2	+153.2	+14.5	+2.13

7. Начальная скорость выброса звезд из ассоциаций. Начальную скорость выброса звезд из ассоциаций можно вычислить следующим образом. Возьмем какую-нибудь точку  $x'$ ,  $y'$  и рассмотрим средние компоненты скоростей звезд в малом объеме вокруг точки  $x'$ ,  $y'$  относительно центра данного объема.

На основе формул (26), (34) и (35), для средних значений компонентов скорости звезд относительно центра рассматриваемого объема будем иметь:

$$V_{x'} - \bar{V}_{x'} = \frac{1}{D} F_1 \psi_2$$

$$V_{y'} - \bar{V}_{y'} = \frac{1}{D} F_2 \psi_2$$

Для средней полной скорости в плоскости Галактики имеем выражение:

$$v^2 = \frac{F_1^2 + F_2^2}{D^2} \psi_2^2. \quad (14)$$

$\psi_2$  — в качестве одного из аргументов содержит  $V$  — скорость выброса звезд из ассоциации. Следовательно, если из наблюдений будет известно  $v$  для какого-нибудь объема, то выражение (14) послужит основой для вычисления  $V$ .

Хорошим материалом для вычисления  $V$  можно считать исследование П. Г. Куликовского [13] потока Скорпиона-Кентавра. В этой работе даются положение центра скопления в обычной системе прямоугольных галактических координат:

$$x = +40.5 \text{ пс} \quad y = -93 \text{ пс} \quad t = +20 \text{ пс}$$

и значение средней полной скорости звезд относительно центра скопления:

$$v = 8.5.$$

Зная положение Солнца в системе  $x^\circ$ ,  $y^\circ$  и возраст комплекса, легко вычислить  $V$ .

В результате соответствующих вычислений, для средней начальной скорости выброса звезд из ассоциаций в плоскости  $x'$ ,  $y'$  мы получили:

$$V \approx 10.0 \text{ км/сек}$$

По теореме Клейбера полная скорость выброса звезд из ассоциаций будет:

$$V_{\text{пол}} = \frac{4}{\pi} V \approx 13 \text{ км/сек}$$

$$V_{\text{пол}} \approx 10 - 15 \text{ км/сек}$$

8. Несимметричность значений средних скоростей. Несимметричное расположение Солнца относительно рассматриваемого комплекса звезд должно вызвать несимметричность в распределении средних скоростей.

Действительно, в направлении  $l=280^\circ-300^\circ$  комплекс распространяется на  $r=250$  пс, а в направлении  $l=100^\circ-120^\circ$ , примерно, на  $r=350$  пс. Значит, в направлении  $l=110^\circ$  до  $r=350$  пс должно ожидать увеличение средних значений остаточных лучевых скоростей.

Для обнаружения этого явления рассмотрим данные таблицы 7 из исследования Плассета и Пирса [74].

Рассмотрим средние значения остаточных лучевых скоростей в двух интервалах  $l$ :

$$\text{I } l=110^\circ \pm 90^\circ$$

$$\text{II } l=290^\circ \pm 90^\circ$$

Движение Солнца по Али:

$$X=17.65$$

$$Y=10.82$$

$$Z=7.2$$

$$a=+0.006 \text{ км/сек/пс}$$

$$l_2=286^\circ.$$

После исключения движения Солнца и члена  $a \sin 2(l-l_2)$  (замечим, что в качестве  $a$  были взяты различные значения:  $-0.004, 0.006, 0.009$ , но это не отражается на значениях средних скоростей), мы получим следующую табличку:

	Гр		$r$	I инт. $l$	II инт. $l$
III	B3-B7	$< 5^m 5$	220	+4.96	+3.47
I	O5-O9	$< 5^m 0$	376	+7.35	-0.59
IV	B3-B7	$> 5^m 49$	560	+2.88	-2.26
II	O5-O9	$> 4^m 99$	1026	+3.96	+5.26
	B0-B2	$> 5^m 99$			

Средние расстояния выведены по данным Стеббинса, Хафера, Уитфорда [83].

Анализ этой таблицы явно указывает на несимметричность средних лучевых скоростей. В интервале  $l=110^\circ \pm 90^\circ$  среднее значение лучевых скоростей сначала увеличивается соответственно зависимости:

$$K_1 = k'r.$$

11. აბსტ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15

В дальнейшем, с увеличением расстояния, средняя лучевая скорость уменьшается, отражая тот факт, что процент звезд, не входящих в комплекс, увеличивается. В интервале  $l = 290^\circ \pm 90^\circ$  средняя лучевая скорость, быстро уменьшаясь, становится отрицательной. Это ясно отражает тот факт, что в этом направлении рассматриваемый комплекс звезд О-В простирается на меньшие расстояния.

Группа II, с  $\bar{r} = 1026$  пс, почти полностью состоит из звезд, не принадлежащих комплексу и для этой группы положительное значение средней лучевой скорости указывает на неверные значения компонентов движения Солнца, принятых в вычислениях, относительно этой группы. Количество звезд во втором интервале слишком незначительное (14), чтобы сделать какое нибудь уверенное заключение.

### Выводы

1. Анализ всех наиболее надежных из известных литературных данных показывает, что движения ярких звезд спектральных классов О-В характеризуются многими особенностями в отличие от других представителей плоских подсистем Галактики и даже от слабых звезд тех же спектральных классов. В качестве таких особенностей можно назвать следующие явления, выявленные при анализе лучевых скоростей и собственных движений: большой положительный К-эффект, несоответствие между величинами дисперсии скоростей и скоростью Солнца относительно этих звезд; эллипсоид скоростей—почти сфера; анализ движений ярких звезд О-В приводит к искаженным значениям коэффициентов Оорта А и В и долготы центра Галактики; ярко выражена тенденция к образованию движущихся скоплений.

2. К-эффект в лучевых скоростях рассматриваемых звезд с момента его обнаружения привлекает внимание астрономов. Объяснению К-эффекта посвящено много работ. Несмотря на многочисленность гипотез, до сих пор нет удовлетворительного объяснения К-эффекта. Попыток объяснить другие особенности почти не делалось.

3. Открытие звездных ассоциаций и связанные с ними идеи об образовании звезд группами и динамические характеристики этих групп, выявленные в процессе изучения отдельных звездных ассоциаций, представляют ключ к объяснению наблюдаемых особенностей в движениях ярких звезд О-В. Наиболее важным, с точки зрения кинематики рассматриваемых звезд, является то, что ассоциации, в которых образуются О-В звезды расположены по ветви спирали и, что звезды в момент их образования приобретают начальные скорости относительно так называемого дозвездного тела; вследствие чего ассоциация быстро расширяется и распадается.

4. В свете идеи о звездных ассоциациях комплекс ярких О-В звезд естественно рассматривать как результат расширения и распада звездных ассоциаций, которые образовались не так давно.

5. Допуская, что звезды выброшенные из ассоциаций будут двигаться по почти круговым орбитам, можно вывести формулы выражающие дифференциальное поле скоростей рассматриваемого комплекса звезд.

6. С применением этих формул к анализу данных из известных литературных источников, все обнаруженные кинематические особенности в движениях звезд О-В получают довольно естественное и простое объяснение.

7. Наряду с объяснением особенностей в движениях изучаемых звезд возможно оценить некоторые величины, характеризующие звездные ассоциации: наклон спирали к радиус-вектору Галактики, возраст комплекса, скорость выброса звезд из ассоциаций.

Сентябрь, 1950.

# ЛИТЕРАТУРА — ԼԻՏԵՐԱԿՈՐԱԿՆԵՐ

1. Амбарцумян В. А. Эволюция звезд и Астрофизика, Изв. АН Арм. ССР, 1947.
2. « АЖ, 26, № 1, 1949.
3. « АЖ, 27, № 4, 1950.
4. « ДАН СССР, 68, № 4, 1950.
5. Амбарцумян и Маркарян Б. Е. Сообщ. Бюрок. Обс., вып. II, 1949.
6. Бархатова К. А. АЖ, 26, № 4, 1950.
7. Воронцов-Вельяминов Б. А. АЖ, 27, № 4, 1950.
8. Гурзадян Г. А. ДАН Арм. ССР, 10, № 1, 1949.
9. « ДАН Арм. ССР, 10, № 2, 1949.
10. Кукаркин Б. В. АЖ, 24, № 5, 1947.
11. « Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд, 1949.
12. Куликовский П. Г. ПЗ, 6, № 5, 1948.
13. « Бюлл. ГАИШ, № 2, 1940.
14. Куницкий Р. В. РАЖ, 1, № 8, 3—4, 1924.
15. « АЖ, 12, № 3, 1935.
16. Маркарян Б. Е. ДАН Арм. ССР, 10, 2, 1949.
17. Огородников К. Ф. АЖ, 21, № 1—2, 1944.
18. « АЖ, 21, № 1—2, 1944.
19. « АЖ, 9, № 3—4, 1932.
20. « Усп. астроном. н., 4, 1948.
21. « Уч. Зап. ЛГУ, вып. 22, № 136, 1950.
22. Паренаго П. П. ПЗ, 6, № 2, 1946.
23. « ПЗ, 6, № 3, 1947.
24. « АЖ, 22, № 3, 1945.
25. « АЖ, 17, № 4, 1940.
26. « АЖ, 24, № 3, 1947.
27. « АЖ, 25, № 5, 1948.
28. « Курс Звездной Астрономии, изд. 2-е, 1946.
29. « Усп. астроном. н., 4, 1948.
30. « АЖ, 24, № 3, 1947.
31. « АЖ, 23, № 2, 1946.
32. « АЖ, 27, № 6, 1950.
33. Полак И. Ф. АЖ, 13, № 1, 1936.
34. Фесенков В. Г. и Огородников К. Ф. РАЖ, 1, № 2, 1, 1924.
35. « РАЖ, 2, № 1, 37, 1925.
36. « РАЖ, 3, № 1, 36, 1926.
37. Хабибуллин Ш. Т. АЖ, 26, № 4, 1949.
38. Шацова Р. Б. Уч. Зап. ЛГУ, вып. 22, № 136, 1950.

39. Эйгенсон М. С. Природа, № 3, 6, 1944.
40. Albrecht S. Aph. J. **55**, 361, 1922; **57**, 57, 1923; **63**, 277, 1926.
41. Ali A. MN, **101**, No. 7, 1941.
42. Bertaud Ch. Bull. Astr., 2 serie 1, **9**, 1939.
43. Blaauw A. Gron. Publ., No. 52, 1946.
44. Bottlinger K. F. Zs. f. Aph, **2**, № 2, 1931.
45. Bourgeois, Coutrez Ann. l'obs. Roy. de Belg. **3**, Ser. 3, № 4, 1948.
46. Campbell W. W. LOB, **6**, 104, 1911.
47. " LOB, **8**, p. 82, 1914.
48. Campbell W. W., Moore, G. H. Lick. Publ. **16**, 1928.
49. Chandrasekhar S. Принципы звездной динамики (русский перевод), 1948.
50. Doleijst J. Publ. Astr. Inst. Univ. Prague, Ser. II, No. 20, 1936.
51. Freundlich F. E., von der Pahlen. AN **218**, p. 369, 1923.
52. Frost E. B., Adams W. S. Dec Publ. Univ. Chi. **8**, p. 247, 1904.
53. Frost E. B., Barret S. B., Struve O. Aph. J. **64**, No. 1, 1926.
54. Gyllenberg K. W. Lund. Medd. **2**, No. 13, 1915.
55. Hins, Blaauw A. BAN, **10**, № 391, 1948.
56. Joy A. Aph J, **89**, 356, 1939.
57. Kapteyn J. C. Aph J, **49**, 43, 1914.
58. Kapteyn J. C., Frost E. Aph. J, **32**, 83, 1910.
59. Lall S. MN, **99**, 42, 1938.
60. Lindblad B. Ark. f. mat. astr. och. fisik **19A**, 21, 1925.
61. " Kungl. Svenska vetensk. Handl. tr. ser 4, 7, 1927.
62. " Stockholms obs. Ann., **12**, 4, 1936.
63. " MN **90**, 1930.
64. Markowitz W. AJ, **53**, No. 172, 1948.
65. Mineur H. Bull. Astr. **2**, 7, 321, 1933.
66. Neubauer F. J. AJ, **42**, p. 49, 1932.
67. Nordström H. Lund. Medd. ser II. **8** No. 79, 1949.
68. Oort J. H. MN, **93**, Z. 369, 1939.
69. " AJ, **46**, No. 6, 1929.
70. Pilowski K. Zsf Aph, **3**, № 1, 53, 1931.
71. Pışmiş P., Prieto A. Aph J, **101**, No. 3, 1945.
72. Plaskett J. S. MN, **90**, 616, 1930.
73. " MN, **98**, No. 7, 518, 1938.
74. Praskett J. S., Pearce, J. A. Publ. Dom. Astr. Obs. **5**, 4, 1936.
75. Popper D. Aph J, **100**, No. 1, 1944.
76. Rasmuson H. N. Lund. Medd. ser II. No. 26, 1921.
77. Rhijn van P. J. Gron. Publ. No. 51, 1946.
78. Rosenhagen J. AN, **242** No. 5807—08, 1931.
79. Seares, Joyner Aph J, **67**, 24, 1928.
80. Smart W. M. MN, **100**, No. 2, 1940.
81. " MN, **96**, 568, 1936.
82. Smart W. M., Green H. E. MN **96**, No. 5, 471, 1936.
83. Stebbins J., Huffer O. M., Whitford A. E. Aph. J. **91**, No. 1, 1940.
84. Strömberg G. Aph J. **61**, 363, 1925.
85. Stroobant P. Bull. Sci. Acad. Roy. Bel. **1**, 39, 1910.
86. Tibor Monography Hungary, 1932.
87. Wilson R. E. AJ, **36**, 138, 1926.
88. " AJ, **38**, 7, 1927.
89. " Aph J, **92**, p. 170, 1940.
90. Zagar F. R. Oss. di Padova, No. 30, 1933.

О და В სპექტრული კლასების ვარსკვლავთა მოძრაობის  
თავისებურებანი და ვარსკვლავთ ასოციაციების გაზარტოება \*

ა. ტორონჯაძე

რეზუმე

ცალკეულ ვარსკვლავთა და ვარსკვლავთ ჯგუფების მოძრაობის შესწავლა ვარსკვლავთ ასტრონომიის ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემაა. სხვადასხვა ფიზიკურად განსხვავებული ობიექტების სივრცობრივი განაწილების შესწავლასთან ერთად, მათი მოძრაობის კანონზომიერებათა გამოკვლევა მძლავრი საშუალებაა ვარსკვლავთა სისტემების აგებულებისა და განვითარების გზების დასადგენად. სხვადასხვა სპექტრული კლასების ვარსკვლავთა მოძრაობის სტატისტიკურმა შესწავლამ და ამის შედეგების შედარებამ ვარსკვლავთ სივრცობრივი განაწილების სურათთან გამოარკვია და დაადგინა ირმის ნახტომის ძირითადი სტრუქტურული თავისებურებანი და დინამიკური მახასიათებლები.

პრინციპულად ახალი მნიშვნელოვანი შედეგები ვარსკვლავთ ასტრონომიის ამ დარგში ეკუთვნით საბჭოთა ასტრონომებს.

გ. ამბარცუმიანის და მის თანამშრომელთა შრომებში ვარსკვლავთ ასოციაციების შესახებ ნაჩვენებია, რომ ვარსკვლავთ წარმოქმნის პროცესი გალაქტიკაში ამჟამად გრძელდება. უნდა ვიფიქროთ, რომ ახალგაზრდა წარმონაქმნთა დინამიკური და კინემატიკური თავისებურებანი დაპირობებულია არა მარტო გალაქტიკის ზოგადი კინემატიკური და დინამიკური თავისებურებებით, არამედ, და შეიძლება უფრო მეტადაც, ამ წარმონაქმნთა წარმოშობასთან დაკავშირებული ვითარებით.

О და В სპექტრული კლასების ვარსკვლავები იმყოფებიან იმ იშვიათი ტიპების ობიექტთა რიცხვში, რომლებიც აღმოჩენილი არიან ვარსკვლავთ ასოციაციებში და რომელთა შესახებ დარწმუნებული შეიძლება ვიყოთ, რომ ისინი ჩვენი გალაქტიკის ახალგაზრდა წევრებია. თუ მხედველობაში მივიღებთ კინემატიკურ მახასიათებელთა გენეტიურ დაპირობებულობას, საკმაოდ ბუნებრივად უნდა ჩავთვალოთ ის მრავალი „თავისებურებანი“, რომლებიც აღმოჩენილია О—В ვარსკვლავების მოძრაობებში.

ამ შრომის მიზანია О—В ვარსკვლავთ მოძრაობის ანალაზი ვარსკვლავთ ასოციაციების გაფართოებასთან დაკავშირებით. ნაჩვენებია, რომ ამ თვალსაზრისით ბუნებრივად და მარტივად შეიძლება აიხსნას განსახილავ ვარსკვლავთ მოძრაობების თავისებურებანი. მეორე მხრივ, ხსენებულ ვარსკვლავთა კინემატიკურ თავისებურებათა განხილვა საშუალებას იძლევა გვიღებულ იყოს თვით ვარსკვლავთ ასოციაციების ზოგი მახასიათებელის რიცხვითი მნიშვნელობა; ასოციაციებიდან ვარსკვლავთ ამოსროლის სიჩქარეები, О—В ვარსკვლავთ კომპლექსის ასაკი და სხვა.

§ 1-ში დაწვრილებით განხილულია О—В სპექტრული ტიპის ვარსკვლავთა მოძრაობის თავისებურებანი: *K*—ეფექტი, *ოორტი* *A*, *B* კოეფიციენ-

\* ნაშრომი წარმოადგენს ავტორის საკანდიდატო დისერტაციის საფუძველს.



ტებისა და გალაქტიკის ცენტრის სიგრძედის მნიშვნელობათა დამახინჯება,  $O-B$  ვარსკვლავთა ტენდენცია ვარსკვლავთ ნაკადების შექმნისადმი, კაშკაშა  $O-B$  ვარსკვლავების მიმართ მზის მოძრაობის სიჩქარისა და სიჩქარეთა დისპერსიის ურთიერთ შესაბამისობა, სიჩქარეთა ელიფსოიდის უმნიშვნელო შეკუმშვა. ეს თავისებურებანი დადგენილია I ცხრილის მონაცემების მიხედვით, რომელშიაც თავმოყრილია  $O-B$  ვარსკვლავთა კინემატიკური ელემენტები უმნიშვნელოვანეს ლიტერატურულ წყაროების მიხედვით. ცხრილები I A და I B ახასიათებენ კინემატიკური ელემენტების დამახინჯების სიდიდეს  $K$ -ეფექტის სიდიდესთან დაკავშირებით,  $O-B$  ვარსკვლავთა სხვადასხვა ჯგუფისათვის. II ცხრილში თავმოყრილია მონაცემები ე. წ. „სამხრეთის ნაკადის“, შესახებ. III ცხრილი ახასიათებს სიჩქარეთა ელიფსოიდს  $O-B$  ვარსკვლავთა მიხედვით.

§ 2-ში განხილულია ჰიპოთეზები, რომლებიც წამოყენებული იყო  $K$ -ეფექტის ასახსნელად: კონვექტური ნაკადები  $O-B$  ვარსკვლავთა ატმოსფეროში, ეინშტეინის ეფექტი, ვარსკვლავთ მასების საუკუნებრივი შემცირება, სტანდარტული ტალღის სიგრძეების ლაბორატორიული ცდომილებანი,  $O-B$  ვარსკვლავთა მოძრაობა დიდი ექსცენტრისიტეტის ელიფსურ ორბიტებზე,  $O-B$  ვარსკვლავთა ცალკეული ჯგუფების პეკულარული მოძრაობა, ადგილობრივი სისტემის ლოკალური არასტაციონარობა. განხილულია, აგრეთვე, ზოგადი კინემატიკური და დინამიკური თეორიები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებული იყოს  $K$ -ეფექტის ასახსნელად: ოგოროდნიკოვის კინემატიკა, არასტაციონალურ ვარსკვლავთ სისტემების თეორია, გალაქტიკის სპირალური სტრუქტურის თეორია.

§ 3-ში მიღებულია ფორმულები, რომლებიც გამოხატავენ ვარსკვლავთ ასოციაციების გაფართოებით დაპირობებულ სხივურ სიჩქარეთა და საკუთარ მოძრაობათა საშუალო მნიშვნელობებს. საფუძვლად აღებულია რამდენადმე გამარტივებული წარმოდგენა ასოციაციების თავისებურებისა და გალაქტიკის აგებულების შესახებ. ფორმულათა შენაჯამი მოცემულია გვერდებზე 147, 148.

§ 4-ში განხორციელებულია ცდა  $O-B$  ვარსკვლავთა მოძრაობების § 1-ში დადგენილ თავისებურებათა ახსნისა, § 3-ში მიღებულ ფორმულებისა და I ცხრილში თავმოყრილ რიცხობრივ მონაცემთა საფუძველზე.

მიღებულია შემდეგი დასკვნები:

1. სანდო ლიტერატურული მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ  $O$  და  $B$  სპექტრული კლასების ვარსკვლავთ მოძრაობებს ახასიათებს მრავალი თავისებურება, რითაც ისინი განსხვავდებიან გალაქტიკის ბრტყელი ქვესისტემების სხვა წარმომადგენელთაგან.

2.  $K$ -ეფექტი განსახილავ ვარსკვლავთა სხივურ სიჩქარეებში დიდი ხანია იპყრობს ასტრონომთა ყურადღებას. მიუხედავად მრავალრიცხოვანი ჰიპოთეზებისა, ჯერჯერობით არ არსებობს  $K$ -ეფექტის დამაკმაყოფილებელი ახსნა. სხვა თავისებურებათა ახსნის ცდა არ ჩატარებულა.

3. ვარსკვლავთ ასოციაციების აღმოჩენა და მათ ზოგიერთ კინემატიკურ თვისებათა დადგენა საშუალებას იძლევა ახსნილ იქნას კაშკაშა  $O-B$  ვარს-

კვლავთ მოძრაობების თავისებურებანი. ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია დასკვნა იმის შესახებ, რომ ასოციაციების წარმოშობის მომენტში ასოციაციის ვარსკვლავები ლებულობენ დამატებით სიჩქარეებს, რის გამოც ასოციაციები სწრაფად ფართოვდებიან და იშლებიან.

4. ვარსკვლავთ ასოციაციების არსებობასთან და კინემატიკურ თვისებებთან დაკავშირებით კაშკაშა O—B ვარსკვლავთა კომპლექსი ბუნებრივია განხილული იქნეს, როგორც ვარსკვლავთ ასოციაციების გაფართოებისა და დაშლის შედეგი.

5. ვარსკვლავთ გალაქტიკურ ორბიტებზე გარკვეული გამარტივებული წარმოდგენის ჩარჩოებში მიღებულია ფორმულები, რომლებიც გამოსახავენ ვარსკვლავთ განსახილავი კომპლექსის სიჩქარეთა დიფერენციალურ ველს.

6. ცნობილ ლიტერატურულ მონაცემთა ანალიზს, მიღებულ ფორმულათა გამოყენების საფუძველზე, მიეყვებათ O—B ვარსკვლავთა მოძრაობის ყველა თავისებურებათა ბუნებრივ და მარტივ ახსნამდე.

7. O—B ვარსკვლავთ მოძრაობათა თავისებურებების ახსნასთან ერთად შეიძლება შეფასებულ იქნას ასოციაციებიდან ვარსკვლავთ ამოსროლის სიჩქარე, კაშკაშა O—B ვარსკვლავთა კომპლექსის ასაკი, სპირალური ტოტის გალაქტიკის რადიუს-ვექტორისადმი დახრა.

სექტემბერი, 1950.

აბასტუმანის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი № 15. 1953  
 БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 15. 1953

## СПЕКТРОГЕЛИОСКОПИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ГОРЕ КАНОБИЛИ В 1941—1944 ГОДЫ

Ш. М. ЧХАИДЗЕ и Н. И. ГЕОРГОБИАНИ

Приводятся данные, относящиеся к ежедневным спектрогелиоскопическим наблюдениям поверхности Солнца в линии  $H\alpha$ , ведущимся на горе Канобили. Наблюдения охватывают период с января 1941 года по декабрь 1944 года.

Описание наблюдений и инструмента можно найти в «Бюллетене Абастуманской обсерватории» № 3, стр. 31, 1938.

Начало и конец наблюдений ( $t_1$  и  $t_2$ ) даны по среднему Гринвичскому времени. Качество изображений и интенсивность ореола ( $q$  и  $h$ ) оцениваются по пятибальной шкале (5—наилучшее изображение; 0—отсутствие ореола). СФ и В означают светлые флоккулы и волокна, соответственно. Гелиографические координаты ( $\varphi$ —широта,  $l$ —долгота) даны в системе Керрингтона<sup>1</sup>. Интенсивность ( $I$ ) оценивается глазомерно по пятибальной шкале. Площадь деталей ( $S$ ) дается в миллионных долях поверхности полусферы Солнца. Форма протуберанцев ( $f$ ) выражена в индексах, имеющих следующие значения: 1—стелящаяся, травянистая; 2—компактная, близкая к полукруглой; 3—разветвленная; 4—дугобразная; 5—отделившаяся.

Приводим даты серебрения зеркал целостата спектрогелиоскопа, поскольку состояние их поверхностей, вообще, может влиять на количество

<sup>1</sup> Как обнаружилось в 1945 году, в отдельных случаях, координаты солнечных образований, обычно отсчитываемые на вспомогательной сетке, расположенной рядом со щелью спектрогелиоскопа, бывали отягощены погрешностями, превышающими по величине средние для таких случаев. Выяснилось, что причина лежала в том, что металлическая подставка за объективом спектрогелиоскопа, несущая две небольшие призмы, направляющие часть солнечных лучей, прошедших через объектив на координатную сетку (Бюлл. Абаст. обс., № 3, стр. 32, 1939), деформировалась от нагревания Солнцем и смещала призмы, а следовательно, и изображение Солнца на координатной сетке. Впоследствии металлическая подставка была заменена деревянной, и, наконец,—роговой, которая не деформируется ни от прямых солнечных лучей, ни от влаги.

Неоднократные сравнения наших наблюдений с другими наблюдениями (напр., Харьковскими—за несколько периодов, в том числе и за июль-декабрь 1950 г., с фотогелиографическими и т. д.) показывают, что упомянутые погрешности в отсчете координат, в результате замены подставки призм, сняты.

*Примечание редактора.*

наблюденных деталей и на качество наблюдений. Впрочем, в нашем случае, это влияние должно было быть незначительным, т. к. мы старались не запускать серебрения зеркал и при первых же признаках заметного потускнения—покрывать их свежим слоем серебра.

Даты серебрения следующие: 1941—20.I, 29.IV, 18.VII, 14.X, 18.XII; 1942—14.III, 30.VII; 1943—28.V, 25.X; 1944—20.IV, 1. VII.

Число дней с наблюдениями: 1941—211; 1942—152; 1943—150; 1944—108. На частоту наблюдений сказались трудности обеспечения ежедневных наблюдений наблюдателями, имевшиеся в этот период. Но в дни наблюдения, последние велись в два или три срока, поскольку мы стремились несколько восполнить тот ущерб в непрерывной спектроскопической службе, который неизбежно имелся в годы войны. В нижеприведенной таблице, однако, даны наблюдения лишь для одного срока за каждый день.

Наблюдения вели Чхаидзе Ш. М. (Чх), Георгобiani Н. И. (Гр.), Кочлашвили Т. А. (К), Чуваев К. К. (Чв.), Хитаршвили Д. А. (Х).

Сентябрь, 1945.

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

171

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	g	h	Объект	φ	l	J	S	Прогуберанцы					Наблюдатель		
										φ		S	f	J			
										W	E						
1941																	
1.1	10 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	10 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	1	СФ	— 9°	6°	4	1720	—18°	—16°	340	2	2	Гр.		
				"	+28	3	4	2070	—32		340	2	2				
				"	+33	78	4	1720			550	1	3				
				"	+22	327	3	1240									
				"	— 4	324	3	1240									
				"	В	— 9	6	3	170								
				"	"	— 4	324	3	140								
15	8 10	8 30	3	1	СФ	+ 8	218	3	2580						Чх.		
				"	+ 6	262	3	1810									
				"	—19	157	2	1030									
				"	В	—19	157	2	170								
				"	"	"	"	"	"								
17	8 15	8 35	3	3	СФ	+410	118	3	2070	+9					Чх.		
				"	— 4	112	3	1720									
				"	В	— 8	230	2	260								
				"	"	"	"	"	"								
				"	"	"	"	"	"								
18	8 05	8 25	3	4	СФ	+12	206	2	1210			520	2	2	Чх.		
				"	+ 9	206	3	1720									
				"	—20	209	3	1650									
				"	В	—20	209	3	210								
				"	"	—26	181	2	120								
				"	"	+ 5	162	3	210								
20	11 30	11 50	3	2	СФ	+12	108	3	1720	—9		520	2	2	Чх.		
				"	— 7	121	3	1720									
				"	— 4	190	2	1100									
				"	В	+26	149	3	170								
				"	"	—23	81	2	210								
23	7 10	7 30	4	1	СФ	—11	122	3	1210	—31 —45 —15		600	2	3	Чх.		
				"	— 7	114	3	1380				690	2	3			
				"	+ 9	106	4	1720				520	2	3			
				"	+ 2	98	3	1240									
				"	—14	39	2	1720									
				"	—21	49	3	1450									
				"	В	—46	98	2	170								
				"	—19	121	3	170									
				"	—16	132	3	260									
				"	+22	129	2	210									
				"	+20	80	3	260									
				"	"	—14	39	4	310								
30	8 25	8 45	4	1	СФ	—14	300	4	1240								Чх.
				"	— 4	234	3	1380									
				"	+11	347	3	1030									
				"	+ 8	357	4	1720									
				"	В	+ 2	4	2	170								
				"	+23	350	3	260									
				"	+33	40	2	170									
				"	— 4	50	3	140									
				"	"	—17	353	2	170								
				"	"	"	"	"	"								

172

Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

Датв	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$f$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1941																
II.2	6 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	4	1	СФ	+13°	359°	4	1720							Чх.
					"	+14	350	3	2070							
					"	-13	307	4	1380							
					"	-15	294	3	1030							
					B	+13	359	4	170							
					"	+14	350	4	260							
					"	-2	20	2	290							
6	9 50	10 10	3	2	СФ	-6	310	4	1650	+24°		860	2	3	Чх.	
					"	-11	329	3	1030	+39		520	2	2		
					"	+10	327	2	1210							
					"	-2	292	3	1380							
					B	+10	327	2	170							
					"	-11	329	2	170							
10	9 20	9 40	3	2	СФ	-23	195	3	1720		-20°	340	2	4	Гр.	
					"	-13	209	3	2070							
					"	-14	245	3	1550							
					"	-34	256	3	1240							
					B	-14	245	3	100							
					"	-23	209	3	210							
13	8 00	8 25	4	0	СФ	0	152	4	1380						Гр.	
					"	+4	146	3	1720							
					"	+25	215	3	1380							
					"	+9	165	3	1240							
					"	+4	171	3	2070							
					B	+9	165	3	180							
14	8 10	8 40	4	0	СФ	-6	144	3	830						Гр.	
					"	+25	157	4	690							
					"	+41	176	3	1210							
					"	-5	151	4	1720							
					B	+41	176	3	170							
20	7 15	7 30	3	2	СФ	-13	124	3	2580						Чх.	
					"	+27	112	2	860							
					B	+27	112	4	170							
					"	-13	124	2	260							
25	7 35	7 55	4	1	СФ	+21	347	2	1720						Гр.	
					"	+12	349	3	1380							
					"	+2	94	3	1550							
					"	+18	15	4	1380							
					B	+2	94	3	140							
27	9 40	10 00	4	1	СФ	+10	357	4	3880	-12	830	2	3	Чх.		
					"	+7	321	3	1380							
					"	-2	330	2	830							
					B	+22	342	3	170							
					"	-2	330	2	170							

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобиани

173

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										W	E				
1941 III.7	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+11°	310°	3	860	+27°		150	2	3	Чх.
					В	+30	273	2	860	+34		260	2	3	
						+30	273	2	170		+30°	690	3	3	
											+5	210	2	3	
											-29	520	2	2	
11	6 15	6 35	3	3	СФ	+13	267	3	830		+2	1450	2	3	Чх.
					"	+14	257	3	1030		+24	620	2	2	
					"	+14	282	3	720						
					"	+13	176	4	1100						
					В	+24	245	2	170						
					"	+26	225	2	140						
					"	-9	449	3	210						
18	6 30	6 50	3	2	СФ	-17	49	3	830		0	1100	2	4	Чх.
					"	-32	53	2	550		+29	860	3	3	
					"	-12	71	3	690		-50	690	2	2	
					"	+12	83	3	690						
					"	+10	90	3	830						
					"	+23	153	2	690						
					В	+23	153	2	210						
					"	+23	98	2	170						
					"	-5	56	3	260						
					"	-32	53	2	210						
19	13 25	13 55	3	2	СФ	-10	85	4	4650		+9	860	4	4	Чв.
					"	-12	69	3	430		+4	360	3	2	
					"	-13	45	3	120		-15	260	2	3	
					В	-2	57	4	260		-30	310	2	2	
											+23	550	2	3	
											+29	430	2	2	
20	5 30	6 00	3	3	СФ	-15	46	3	1100		+47	130	2	2	Чв.
					"	-13	71	3	690		+22	520	2	3	
					"	+4	91	4	3100		+10	830	4	4	
					"	-37	56	3	1380		-18	260	2	2	
					В	+4	79	3	170		-27	260	2	3	
					"	-5	60	4	570		-20	1200	4	3	
											+15	2480	2	4	
											+6	410	1	3	
23	8 20	8 55	3	1	СФ	+15	355	3	1720		+41	260	2	3	Чв.
					"	+2	2	3	1030		+35	310	2	3	
					"	-15	50	3	620		-11	430	5	2	
					"	-29	52	2	1810		-20	155	2	3	
					"	-6	79	2	1060		-15	360	1	3	
					"	+9	85	4	130		+52	860	2	2	
					В	+27	328	3	340						
					"	+30	246	2	120						
					"	+15	355	3	340						
					"	+2	3	2	280						
					"	-32	51	3	520						
					"	-1	68	3	270						

174

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 III.24	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+ 6°	322°	3	1380						Чв.
					"	- 9	310	4	410						
					"	-15	47	2	1380						
					"	+ 8	81	4	1120						
					B	+ 6	67	2	170						
					"	+39	323	3	410						
27	13 00	13 30	2	5	СФ	+11	314	2	480		- 6°	260	2	3	Чв.
					"	+ 4	327	3	620		-23	340	2	2	
					B	+15	318	3	340	+19°		960	4	3	
					"	+ 7	317	3	120	+ 1		260	1	2	
					"	+ 2	13	2	140						
					"	+ 4	15	2	120						
28	13 25	13 45	3	2	СФ	+27	321	3	410		+ 8	520	4	3	Чв.
					"	+ 4	274	4	610		- 1	1370	4	3	
					"	+12	354	3	690		-20	210	2	2	
					"	+ 5	317	3	2150	-30		310	1	3	
					"	0	340	4	410						
					B	+12	354	3	140	+11		830	4	3	
					"	+ 5	317	3	860	+31		480	2	2	
					"	-25	39	3	170						
					"	-21	302	3	210						
29	5 10	5 40	3	4	СФ	+ 3	265	3	430		+32	410	2	2	Чв.
					"	+ 8	312	3	2580		+13	1290	4	3	
					"	+ 1	323	5	860	-30		430	2	3	
					B	+11	317	3	860	+ 5		310	2	2	
					"	-17	314	2	140	+35		310	2	2	
30	7 00	7 25	3	4	СФ	+ 6	252	2	620		+38	210	2	2	Чв.
					"	-22	303	2	480		+23	690	4	3	
					"	- 8	312	3	1030	-30		260	2	3	
					"	+ 8	324	4	1650	+ 1		520	2	3	
					"	+13	354	3	830						
					B	- 2	246	3	240						
					"	- 8	312	3	280						
					"	-22	303	3	120						
					"	+13	354	3	280						
IV. 1	5 20	6 10	3	2	СФ	-14	31	3	210	-34		720	2	4	Чв.
					"	- 2	293	4	550	+ 2		520	4	4	
					"	+ 6	324	4	1240	+14		100	2	2	
					"	+ 6	328	2	550	+32		160	2	2	
					"	-14	317	3	480	+47		210	2	3	
					"	+ 5	358	3	310						
					B	+14	256	3	140						
					"	-14	312	2	70						
					"	-14	317	3	210						
					"	+ 6	328	2	120						
					"	0	335	2	100						
					"	+ 6	31	3	70						



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Нанобили.

175

Дата	$t_1$	$t_2$	$g$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 IV.3	6h00m	6h25m	3	1	СФ	+27°	217°	2	620		+38°	1860	4	3	Чв.
					"	-7	289	3	260		-5	410	2	3	
					"	-20	321	3	600		-11	840	4	3	
					"	0	343	3	480		-15	830	4	3	
					"	+30	241	2	520	+16°		140	1	2	
					В	+30	241	2	210						
					"	-20	321	3	260						
					"	0	343	3	260						
					"	+27	217	3	120						
4	6 25	6 45	3	5	СФ	-4	293	3	360		-10	310	2	3	Чв.
											-9	140	2	2	
											-25	210	1	2	
										-5		340	1	2	
										+5		1080	4	3	
										+38		970	1	3	Чв.
										+45		170	2	2	
										-5		1500	4	3	
5	6 00	6 20	2	5	СФ	-9	170	2	410		-14	80	2	2	
					"	-15	162	2	360		-18	80	2	2	
					"	-14	137	2	550	-6		310	2	3	Чв.
										+8		770	1	3	
										+46		300	3	2	
6	11 45	12 00	3	1	СФ	-7	251	2	310		+2	150	2	2	
7	5 20	6 00	4	1	СФ	-14	128	3	690		-7	520	3	2	
					"	-1	149	3	310		-11	720	2	5	
8	6 40	6 55	3	2	СФ	-12	115	2	340		+28	260	2	2	
					"	-12	129	2	930	-40		140	2	2	
					"	-6	145	2	550	+25		100	2	2	
9	6 45	7 00	3	3	СФ	-10	110	3	600		+28	860	3	3	Чв.
					"	-12	126	3	860	-42		430	2	2	
										-11		430	2	2	
										-6		150	2	2	
										+18		150	1	2	
16	6 00	6 25	3	3	В	+10	60	2	90		+19	2750	4	4	Чв.
					"	+8	61	3	170	-28		140	2	2	
					"	-27	38	3	1030	-11		90	2	2	
										+21		410	2	3	
										+29		550	3	3	
										+35		260	2	2	Чв.
17	5 30	5 55	3	3	СФ	-17	116	4	170		+19	1700	4	4	
					"	-11	112	3	720		+26	430	2	2	
					"	-15	125	3	100	-28		410	2	3	
					В	-22	36	3	680	+21		1100	4	2	

176

## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$	
										$W$	$E$				
1941 1V.18	6h35m	6h50m	3	2	СФ	-13°	120°	3	830		+29°	1550	4	3	Чв.
					"	-17	131	3	550		+16	260	2	2	
					В	+15	347	3	240		+6	690	4	5	
					"	+8	2	3	160	-30°		340	2	3	
					"	+23	56	2	140	+11		340	2	2	
					"	-30	45	3	860	+23		430	2	2	
											+2	340	2	4	
19	6 25	6 35	4	2	СФ	-4	327	4	310		+29	620	4	2	Чв.
					"	-15	118	5	160						
					"	-18	132	3	210						
					В	+19	345	3	390						
					"	+15	58	2	130						
					"	-28	44	3	690						
					"	+9	357	2	130						
22	6 30	6 45	2	3	СФ	-7	326	4	430		-26	480	2	2	Чв.
					В	+33	331	3	340		-38	410	2	3	
					"	+21	350	3	170		-12	100	2	2	
					"	-40	75	3	340		+26	1000	4	2	
					"	-10	65	2	140						
					"	+10	7	2	120						
23	8 20	8 35	3	0	СФ	-10	330	3	520		+28	210	2	2	Чв.
					В	-7	315	2	70		-35	80	2	2	
					"	+10	322	3	960						
24	5 30	5 45	3	3	СФ	-11	330	3	960		+5	260	1	3	Чв.
					В	+20	345	3	520	-22		690	2	3	
					"	-15	329	2	120	-10		160	2	3	
					"	+3	9	2	120						
25	7 30	7 55	3	3	СФ	-5	332	2	340	-40		310	2	2	Чв.
					В	+25	345	3	1100						
					"	-10	322	2	860						
					"	+4	13	2	210						
26	7 30	7 55	3	3	СФ	-14	337	2	210						Чв.
					"	-8	351	2	140						
					В	+17	356	3	40						
					"	+3	19	2	140						
27	6 10	6 30	4	0	СФ	-11	330	2	520	+3		210	2	2	Чв.
					В	+28	335	2	520						
28	5 10	5 35	4	1	СФ	-8	332	3	210	-32		270	2	2	Чв.
					"	0	347	3	50	+4		260	2	2	
					"	-4	204	2	520	+17		360	1	2	
					В	+29	142	2	520						
29	5 40	6 00	3	5	СФ	-2	228	2	280		-22	100	2	2	Чв.
					"	-7	329	2	310	+5		260	1	2	
										+19		960	4	3	
										+33		210	2	1	

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

177

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 IV.30	11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	4	3	СФ В	— 6° — 30	230° 313	2 4	280 260	+15° +29		840 2770 170	2 4 2	3 3 2	Чв.
V.2	5 20	5 40	4	1	СФ "	+18 — 4	175 129	2 2	170 340		+ 2 — 17	300 300 260 620 100 280	2 2 2 4 1 3	3 2 3 3 3 2	Чв.
3	5 15	5 30	3	4	СФ "	+18 — 2	171 230	3 2	280 100		— 11	40	1	2	Чв.
4	7 20	7 30	3	5	СФ В "	+17 +17 — 4	165 176 235	3 2 2	300 100 260	— 46		160	1	2	Чв.
5	7 25	7 45	3	5	СФ	+13	170	3	620		— 15	790 180 260 210	1 2 2 2	3 2 2 2	Чв.
6	5 20	5 40	4	3	СФ "	+16 + 8	170 247	3 3	690 100		+32 +29 — 12	100 160 410 210 280 260 310	2 2 1 2 2 2 2	3 3 3 3 3 3 3	Чв.
7	6 20	6 40	3	5	СФ В " "	+13 +16 + 9 + 6	168 171 86 218	3 3 2 2	150 150 140 220		+30 — 23 +15	410 520 100	4 4 2	3 4 2	Чв.
8	11 20	11 55	4	2	СФ В " " "	— 21 +26 — 15 — 21 +18	123 84 96 123 87	3 2 4 3 2	300 220 180 160 100		+16 — 10 — 26 +11 +14	520 230 830 450 180	1 2 4 3 2	3 3 3 3 3	Чв.
9	13 35	14 00	3	5	СФ " " В " "	+22 +19 +10 +24 +22 — 14 +10	44 89 106 171 85 95 88	4 3 3 4 3 4 2	360 620 620 480 90 160 80		+46 +23	410 550	3 3	2 5	Чв.

12. აბასო. ასტროფიზ. ობს. ბიულ., № 15

178

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобнани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	Прогуберанцы									Наблюдатель
						$\varphi$	$l$	$J$	$S$	$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 V.11	8 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	4	2	СФ	+23°	520	4	960	+17° +12	+4°	860	4	3	Чв.
				"	+29	45	4	1030	-20		460	2	3		
				"	+8	98	3	150	-30		120	2	3		
				"	+8	102	3	150			150	2	3		
				"	+6	176	3	410			150	2	3		
				В	-31	62	4	510				2	2		
				"	+23	87	3	410							
				"	-20	100	3	260							
				"	-5	65	3	140							
				"											
12	4 40	5 10	3	4	СФ	+23	46	3	480	+11	+3	460	4	3	Чв.
				"	+22	6	3	410	-36		200	1	3		
				"	+12	94	3	100			100	2	3		
				"	+17	101	2	100							
				"	-9	156	4	40							
				В	+10	62	3	170							
				"	-16	40	2	130							
				"	+22	88	3	240							
				"	-12	61	4	180							
				"	+8	67	2	200							
				"	-30	61	4	340							
				"	-17	99	4	480							
13	5 10	5 45	3	4	СФ	+24	44	4	170						Чв.
				"	+21	51	2	150							
				"	+10	95	3	70							
				"	+13	96	3	70							
				"	-6	59	3	130							
				"	-8	148	3	100							
				"	+24	46	2	760							
				В	+24	46	3	380							
				"	+39	76	3	340							
				"	-21	21	3	170							
				"	-6	59	4	340							
				"	-25	60	4	640							
				"	-16	101	2	460							
				"	-17	136	2	70							
15	11 15	11 45	3	4	СФ	+21	103	3	430	-33 -27	+40	230	2	3	Чв.
				В	+32	51	4	200	+22		200	2	3		
				"	+20	54	4	220	-9		100	1	3		
				"	+45	90	2	100			100	2	3		
				"	+21	103	3	170			240	3	3		
				"	-15	11	3	200							
				"	-10	100	3	200							
				"	-17	58	2	420							
				"											
				"											
16	6 35	7 00	2	5						-36 -30 -25 -20	+32 -53	200	3	3	Чв.
												300	4	2	
												200	2	3	
												230	2	3	
												150	2	3	
												130	2	3	

Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили.

179

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$		
										$W$	$E$					
1941 V.17	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	4	1	СФ	- 4°	342°	3	200	-33° -24	+16°	460			Чв.	
					"	- 9	323	3	140		-10	80				
					"	+27	50	3	300		-13	210				
					В	+46	32	2	120		-50	240				
					"	+35	44	3	200			100				
					"	+31	48	2	80			80				
					"	+41	86	2	100							
					"	-21	23	3	310							
					"	-25	64	3	200							
					"	-17	72	3	130							
					"	+20	86	2	70							
					"	-19	122	3	260							
18	7 40	8 20	4	0	СФ	+ 5	315	3	200		+18	620	1	3	Чв.	
					"	- 2	338	2	150		-26	150	2	3		
					"	-12	330	3	150							
					"	-14	318	2	150							
					"	+31	48	2	120							
					"	+ 8	90	2	100							
					В	+ 4	320	2	100							
					"	+10	323	2	120							
					"	+16	314	2	80							
					"	+36	30	3	360							
					"	+11	9	2	60							
					"	+28	47	3	310							
					"	+25	52	2	170							
					"	-21	22	2	400							
					"	-31	40	3	100							
					"	-28	65	3	480							
19	6 00	6 35	3	3	СФ	+ 7	314	3	515	-17	+23	570	4	3	Чв.	
					"	-15	323	3	540		-34	360	3	4		
					"	- 5	340	2	155		-45	215	3	2		
					"	+24	40	3	260		-50	180	2	3		
					"	-10	312	3	65			1085	4	4		
					В	+37	318	2	130							
					"	+34	323	4	285							
					"	+12	331	4	310							
					"	+26	338	3	120							
					"	-14	10	2	35							
					"	-16	127	3	140							
					"	+35	31	4	260							
					"	+28	47	3	450							
					"	-25	25	4	430							
					"	- 4	58	4	310							
20	6 50	7 15	2	5	СФ	+ 5	312	3	390	-24 - 6 +25 +28	-38	310	4	4	Чк.	
					"	-11	316	3	170		-41	170	3	2		
					"	-18	331	4	260			310	2	3		
					"	- 6	340	2	110			420	3	2		
					"	+23	49	2	410			155	2	3		
					"	+ 5	37	2	140			155	2	3		

180

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 V.20	6 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	2	5	В	-20°	324°	3	260						Чв.
					"	+29	329	4	310						
					"	+18	339	3	520						
					"	+27	29	3	195						
					"	+26	65	2	205						
					"	-31	33	4	450						
21	6 50	7 10	3	5	СФ	+ 3	260	3	170	0°		160	2	2	Чв.
					"	+ 5	268	3	170	+33		160	1	3	
					"	+33	326	3	900						
					"	+ 5	313	3	410						
					"	-14	334	2	620						
					В	+20	280	3	260						
					"	+33	326	4	520						
					"	+18	327	3	140						
					"	+11	325	3	210						
					"	+ 5	333	2	70						
					"	-15	331	2	170						
					"	+15	357	2	120						
					"	+ 1	6	2	140						
					"	+26	34	3	260						
					"	-23	24	4	470						
23	13 10	13 30	3	3	СФ	+ 7	266	3	260		+10°	100	2	3	Чв.
					"	-12	297	3	320	-33		80	2	3	
					"	-21	333	4	480	- 5		170	2	3	
					"	-13	329	3	360	+30		830	3	3	
					"	- 9	314	3	160						
					В	-22	327	3	120						
					"	+16	287	3	210						
					"	+28	329	4	600						
24	6 30	7 00	3	2	СФ	+ 2	264	3	620		+19	80	2	3	Чв.
					"	-14	297	4	960		+11	50	2	3	
					"	- 9	311	4	160	-31		120	3	2	
					"	- 8	321	3	340	-19		1290	4	3	
					"	-19	332	3	1100	+ 9		260	3	2	
					В	+14	287	3	160	+27		100	2	3	
					"	+23	329	4	1100	+30		180	2	3	
					"	+23	342	4	190	+38		600	4	3	
					"	-54	251	3	90	+58		280	4	2	
					"	+10	0	3	100						
26	6 30	7 00	3	4	СФ	+ 6	264	3	260		+11	80	2	3	Чв.
					"	+ 7	269	3	350		-17	100	2	2	
					"	- 8	298	4	520		-20	130	2	3	
					"	-10	331	3	160	+18		100	2	2	
					"	-20	336	4	140	+57		340	4	2	
					В	+20	201	3	170		-21	100	2	2	
					"	+10	216	2	120						
					"	+22	283	3	310						
					"	-28	298	2	120						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

181

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1941																
V.27	5 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	3	4	СФ	+ 8°	267°	3	600							Чв.
					"	-12	298	2	160	+21°	-11°	480	4	3		
					"	-14	302	2	160	+27		160	1	3		
					"	-10	332	3	160	+53		520	4	2		
					"	-20	339	3	110			190	2	2		
					В	+20	196	2	140							
					"	+10	217	4	180							
					"	-34	301	3	160							
					"	-26	306	3	120							
					"	-21	324	3	170							
					"	+26	282	3	100							
28	11 20	11 45	3	2	СФ	+ 8	271	3	260		+18	80	2	3		Чв.
					"	- 5	296	4	220		+ 5	360	3	3		
					В	+18	218	3	210		-13	50	2	3		
					"	+25	286	3	440		-25	690	1	3		
					"	-15	288	3	120	+12		160	2	3		
					"	-22	280	2	90	+26		1330	4	3		
29	6 50	7 20	3	1	СФ	+ 7	269	3	360		-34	520	4	3		Чв.
					"	-15	306	2	340	-23		210	2	3		
					В	+15	218	3	140	+ 7		430	4	4		
					"	+21	286	3	390	+23		1090	4	4		
30	6 35	7 00	4	1	СФ	-18	148	4	480		- 6	100	1	4		Чв.
					"	- 1	268	3	360		-30	600	4	4		
					В	+22	286	3	310	-38		1240	4	3		
31	5 10	5 25	4	2	СФ	- 4	124	3	480	-34		830	4	3		Чв.
					"	-18	150	3	600							
					"	+ 5	268	3	280							
					В	- 6	135	2	70							
					"	-28	168	2	220							
VI 1	6 40	7 00	3	3	СФ	- 7	135	3	690	-33		80	2	2		Чв.
					"	-18	149	3	900	-28		100	2	2		
					В	-27	170	2	340	+19		620	1	2		
					"	+14	215	2	200		-14	80	1	2		
					"	0	225	2	170							
2	6 10	6 35	4	3	СФ	- 7	140	3	520		+26	80	2	2		Чв.
					"	-18	153	3	760		+22	50	3	2		
					В	-28	178	2	150		+17	80	3	3		
					"	+17	220	2	130	-35		90	2	2		
5	5 40	6 00	4	1	СФ	+12	88	4	560		+25	160	2	3		Чв.
					"	- 7	140	3	360		- 7	230	2	2		
					"	-17	152	4	1550		-27	860	3	3		
					В	-20	155	4	310	+15		160	2	2		
					"	-25	174	3	130							
					"	+24	92	3	180							

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогнозы					Наблюдать	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1941 VI.6	9 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	2	5	СФ	+13°	90°	4	1380	+ 5°	+23°	360	2	4	Чв.	
					"	-7	140	3	360		+13	720	3	3		
					"	-35	150	4	3530		-18	340	2	2		
					В	-9	175	3	100		-33	340	3	3		
					"	-53	150	3	70		-21	160	1	2		
											520	2	3			
7	6 15	6 30	3	3	СФ	+11	90	4	1340	+ 26	-17	580	4	2	Чв.	
					"	-7	139	2	410							
					"	-17	148	4	1290							
					В	-27	52	4	240							
					"	+19	154	3	210							
9	5 00	5 20	4	1	СФ	+65	13	4	110	+ 7	+22	170	2	2	Чв.	
					"	+14	89	4	1450			220	2	2		
					"	+7	144	4	110							
					"	-7	137	2	100							
					В	-19	21	3	210							
					"	-32	47	3	380							
12	6 00	6 20	4	2	СФ	+9	15	4	1860	+ 7		140	2	2	Гр.	
					"	+19	83	4	2070			-21	520	2		3
					"	+14	91	3	1085			-15	600	2		3
					"	+9	6	3	830			-18	340	2		2
					"	+17	92	3	720							
					"	+18	108	3	600							
13	6 10	6 40	4	2	СФ	+4	15	3	1240	+ 30	-18	520	2	2	Гр.	
					"	+2	24	3	1100			-20	410	2		2
					"	+12	84	3	1200			-22	410	2		2
					"	+11	94	3	960			-25	310	2		2
					"	-9	45	4	930							
					"	-11	52	3	960							
15	6 00	6 25	4	1	СФ	+6	17	3	1090	+ 30		340	2	2	Гр.	
					"	0	15	3	1240							
					"	-28	308	3	1380							
					В	-34	278	5	260							
16	5 20	5 35	4	2	СФ	+7	13	2	140						Чв.	
					"	-8	58	2	140							
					В	+28	324	3	690							
					"	+16	326	2	190							
					"	-24	307	4	570							
					"	-12	49	4	180							
17	11 00	11 20	3	3	СФ	+38	42	2	520	-24 -22 +11 +33		170	2	2	Чв.	
					"	-10	280	2	215			215	2	3		
					"	+4	18	2	470			130	2	3		
					В	+29	323	4	1030			260	3	3		
					"	+38	42	3	140							
					"	+15	293	3	470							



## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

183

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$	
										$W$	$E$				
1941 VI.17	11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	3	B	+15° — 8 — 21	329° 51 320	3 3 4	210 180 780						Чв.
18	4 40	5 00	3	3	CФ	— 10 0 + 26 + 20 + 26 + 12 — 29 + 26	276 18 36 289 330 331 317 36	3 2 3 3 4 3 3 4	340 340 360 1030 2270 270 570 120	+ 8° + 19 + 28 — 30		50 50 80 1030	2 1 2 3 3 3 3 4	2 1 3 3 3 3 3 4	Чв.
19	12 20	12 45	3	3	CФ	+ 4 — 3 + 43 + 15 + 13 — 27 + 20	16 273 278 288 326 304 1	3 3 2 4 3 4 3	140 70 140 570 260 700 210	— 30 + 14°		690 140	3 2	3 3	Чв.
20	5 50	6 20	3	3	CФ	— 12 — 16 — 5 — 2 + 20 — 23 + 8 — 19	236 339 341 272 288 307 336 358	3 2 2 2 3 3 3 4	90 430 100 170 380 650 310 240	— 31 + 12		140 260	2 2	2 3	Чв.
21	4 00	4 25	3	3	CФ	— 12 + 8 — 20 — 16 — 30 — 1 + 20 — 20 + 17	235 300 349 341 307 338 312 346 357	3 3 2 4 4 4 2 3 4	340 410 130 520 330 520 220 170 180						Чв.
24	5 05	5 15	4	2	CФ	+ 12 — 9 — 11 + 5 — 7 + 6 — 8	218 191 193 234 242 303 278	4 4 3 4 4 3 3	480 70 150 480 520 340 140	— 37 — 12 + 1 + 6 + 20	— 1	260 170 150 150 150 80	2 2 3 2 2 2	2 2 3 3 3 2	Чв.
25	10 20	10 45	3	2	CФ	+ 13 + 6 — 11 — 11	213 229 178 236	4 4 2 2	1290 620 830 310	— 24		190	2 2 2 2	2 2 2 2	Чв.

184

Ш. М. Чхандзе и Н. Н. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941															
VI.25	10 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	10 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+ 7°	299°	3	170						Чв.
					В	-11	178	4	210						
					"	+12	297	3	170						
26	4 55	5 10	4	1	СФ	+ 9	151	1	260	+ 2°		160	2	2	Чв.
					"	+12	215	3	1890						
					"	- 5	153	2	310						
					"	- 8	186	4	130						
					"	- 7	189	3	110						
					"	-15	181	4	620						
					"	+ 4	233	3	1550						
					В	-10	185	3	220						
27	6 50	7 05	4	1	СФ	+ 3	133	4	140	+ 39	-20°	570	1	3	Чв.
					"	+ 7	152	2	430			200	2	2	
					"	+ 5	161	2	480						
					"	- 7	150	3	170						
					"	- 7	157	2	150						
					"	+13	216	4	1550						
					"	- 9	185	4	900						
					"	+ 3	237	4	1550						
					В	-10	182	4	100						
					"	-13	190	2	120						
29	6 30	7 05	3	3	СФ	+13	124	4	600		+48	160	1	1	Чв.
					"	+ 4	130	4	520		+29	260	2	2	
					"	+12	148	2	260		+15	160	2	3	
					"	- 4	183	3	210		-24	160	2	2	
					"	- 3	186	3	210						
					"	+15	217	4	2480						
					"	+ 5	225	3	690						
					В	+12	214	3	860						
30	7 15	7 36	3	4	СФ	+12	125	4	1030	- 1	+47	360	2	2	Чв.
					"	+ 4	129	4	430			780	2	2	
					"	+10	151	2	600						
					"	+13	218	4	190						
					"	+ 8	232	4	830						
					"	- 6	186	3	780						
					В	- 1	128	2	90						
					"	+10	151	3	210						
					"	-14	181	4	780						
					"	+30	217	3	155						
VII.1	10 45	10 55	4	1	СФ	+12	122	5	140						Чв.
					"	+ 3	128	4	690						
					"	- 8	187	2	410						
					"	+14	214	4	120						
2	5 30	5 40	5	1	СФ	+13	123	4	140		-25	160	2	2	Чв.
					"	+ 4	129	4	1610						
					"	+ 4	154	3	410						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

185

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$	
										$W$	$E$				
1941 VII.2	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	5	1	СФ	- 3°	169°	2	310						Чв.
					"	+13	213	3	690						
					В	- 9	185	3	1380						
					"	-14	105	2	210						
					"	- 9	185	3	340						
					"	- 1	132	4	260						
3	5 25	5 35	4	2	СФ	+12	120	3	1650		+20°	260	3	2	Чв.
					"	+ 4	127	3	1240		-30	160	2	2	
					"	-15	102	1	480	-11°		160	2	3	
					"	+ 9	195	4	390						
					"	-12	182	2	380						
					"	+ 6	152	2	260						
					В	+11	119	3	170						
					"	-15	102	3	210						
					"	+16	155	1	100						
					"	+ 2	157	2	90						
					"	+ 2	154	2	90						
					"	-12	182	2	260						
4	5 10	5 20	4	2	СФ	- 8	58	2	130		+20	280	3	2	Чв.
					"	+12	122	4	1030		- 3	160	2	2	
					"	+ 2	129	4	1450		-12	100	2	2	
					"	-12	163	2	410		-18	160	2	2	
					"	+ 6	198	4	100		-21	160	2	2	
					"	- 9	207	2	80						
					В	-18	106	3	390						
					"	+ 2	129	3	550						
					"	-33	148	3	260						
					"	+16	153	1	130						
5	7 35	7 45	3	3	СФ	- 8	55	2	170		+25	160	2	2	Чв.
					"	+ 7	121	4	1550		+19	160	2	3	
					"	0	127	4	2070		-21	160	2	3	
					"	+ 5	147	2	140						
					"	-12	168	2	640						
					"	-11	149	3	420						
					В	+12	91	3	720						
					"	-19	105	4	390						
					"	- 5	128	3	310						
					"	-32	143	2	260						
					"	-11	153	3	340						
6	6 55	7 05	3	3	СФ	+ 9	75	2	70		- 1	410	2	3	Чв.
					"	+13	122	3	1450		- 3	210	2	3	
					"	+ 3	129	3	1380						
					В	+33	22	2	90						
					"	+27	41	3	260						
					"	+15	94	4	900						
					"	-25	20	4	210						
					"	-16	105	3	340						
					"	+ 4	126	3	100						

186

Ш. М. Чхидзе и Н. И. Георгобнани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	j	S	Прогуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	j	
										W	E				
1941															
VII.6	6 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	3	3	B	- 10	1310	2	260						Чв.
					"	- 7	146	3	170						
					"	-26	143	4	290						
7	6 20	6 30	3	2	CФ	- 6	58	3	210		+20°	210	2	3	Чв.
					"	-10	124	4	1550						
					"	+ 2	127	4	1520						
					"	+ 9	103	2	690						
					B	+24	43	2	310						
					"	+ 9	103	4	340						
					"	-24	18	3	180						
					"	0	121	3	100						
					"	- 5	130	3	210						
					"	-15	106	3	380						
8	6 00	6 25	4	2	CФ	+11	119	4	1030		+24	210	2	2	Чв.
					"	- 2	131	3	1200		+ 7	160	2	2	
					B	+18	359	3	410		+ 6	100	2	2	
					"	-26	22	3	460	-10°		260	2	3	
					"	+12	103	2	130		- 5	100	2	2	
					"	-14	107	3	360	+15		140	2	3	
					"	+ 1	125	3	90						
					"	- 3	130	3	240						
					"	+ 2	25	2	210						
9	6 00	6 30	4	2	CФ	+ 8	28	4	1380		-23	630	2	2	Гр.
					"	+22	122	4	2070		+22	630	2	2	
					"	- 1	114	4	1450						
					"	-15	103	3	2070						
					"	+ 3	355	3	1380						
					B	+20	5	4	620						
					"	+24	6	4	620						
					"	- 1	114	3	540						
					"	-15	103	3	210						
10	12 00	12 25	3	3	CФ	-18	333	4	2070		-30	620	2	2	Гр.
					"	-23	332	4	2070	-12		630	2	2	
					"	+13	27	3	2070	- 4		260	3	2	
					"	-18	333	3	1380	+ 1		210	2	2	
					B	+ 2	343	3	1380						
					"	+ 9	339	3	1360						
					"	+13	27	3	210						
					"	-18	333	3	210						
11	6 00	6 25	3	4	CФ	-24	328	4	2070		-28	690	2	3	Гр.
					"	-23	338	4	1380	+13		720	2	2	
					"	-24	331	4	1380	+ 4		600	2	2	
					"	-28	341	3	1240	c		750	5	4	
					"	+ 6	10	3	1240						
					"	- 1	71	3	1380						
					B	+ 8	342	5	210						
					"	+14	342	3	210						
					"	+22	348	3	140						
					"	+19	351	3	140						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

187

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$j$	$S$	Протуберансы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VII.12	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	3	СФ	— 6°	334°	4	207°	— 9°		340	2	3	Гр.
					"	— 17	336	4	1380	— 14		260	2	3	
					"	— 27	333	3	1380	— 20		340	2	3	
					"	— 11	346	3	1380						
					В	— 20	332	4	170						
					"	+ 25	6	3	140						
					"	+ 25	352	3	160						
					"	+ 11	344	3	170						
					"	+ 15	342	3	160						
					"	+ 6	343	3	140						
14	6 00	6 20	3	3	СФ	— 15	330	4	1380	— 15°		340	2	1	Гр.
					"	— 13	318	3	1380	— 21		340	2	1	
					"	— 11	360	3	1720						
					"	— 10	38	3	1200						
					"	— 12	5	3	1380						
					"	— 13	45	3	1380						
					В	— 3	45	3	210						
					"	+ 22	18	4	280						
					"	+ 25	349	4	210						
					"	+ 10	340	5	210						
					"	+ 22	3	4	210						
15	6 40	7 00	3	2	СФ	— 7	6	3	1380	— 16		260	2	2	Гр.
					"	— 32	354	3	1720	— 25		260	2	2	
					"	+ 3	11	3	1380						
					"	— 20	347	2	1380						
					"	+ 8	341	2	1380						
					В	+ 9	25	4	140						
					"	+ 5	22	4	170						
					"	— 1	19	3	140						
					"	+ 19	6	3	170						
					"	+ 23	359	3	170						
16	6 00	6 15	2	4	СФ	— 18	323	4	1720	— 20		340	2	2	Гр.
					"	— 19	331	3	1380	— 35		340	2	2	
					"	— 25	334	3	1720						
					"	— 16	319	3	1380						
					"	— 30	340	3	1380						
					В	+ 19	4	3	170						
					"	+ 20	3	3	140						
					"	+ 19	345	3	140						
					"										
I 17	6 00	6 20	4	1	СФ	— 19	262	4	1720	— 24		260	2	2	Гр.
					"	— 10	324	3	1650	— 34		260	2	2	
					"	— 13	326	3	1720						
					"	— 20	333	3	1380						
					"	— 12	327	3	1380						
					В	+ 21	15	4	210						
					"	+ 25	343	4	210						
					"	+ 29	329	4	210						
					"	— 12	250	4	210						

188

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберансы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VII.18	12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	4	2	СФ	-15°	325°	4	1720		-25°	260	2	2	Гр.
					"	-19	320	4	1380		-24	250	2	2	
					"	-23	332	4	1380		-20	260	2	2	
					"	-25	380	4	1380		-23	340	2	2	
					"	-16	234	4	1380		+3	340	2	2	
					В	-4	352	4	160	+13°		340	2	3	
					"	-9	242	4	160	+16		720	3	3	
					"	-16	243	4	140	+20		960	3	3	
					"	+9	239	4	210						
					"	+14	233	4	170						
19	6 00	6 25	4	4	СФ	-12	340	4	1380	+19		720	2	3	Гр.
					"	-15	320	4	2070		-22	340	2	2	
					"	-16	325	4	1380		+11	340	2	2	
					"	-20	326	4	1720		+8	340	2	2	
					"	-19	333	4	1380		+22	260	2	2	
					"	+14	324	4	2070		-24	260	2	2	
					"	+15	329	3	1380		-32	520	2	3	
					"	-13	242	3	1720		-26	260	2	3	
					"	+5	239	3	1330						
					"	+16	234	3	1720						
					"	+16	217	3	1380						
					"	+18	311	3	1720						
					В	+31	322	4	140						
					"	-19	234	3	210						
					"	+10	220	3	170						
					"	+15	226	3	140						
					"	-13	242	3	140						
22	6 00	6 10	4	0	СФ	+14	234	5	2070		-16	830	2	3	Гр.
					"	+8	224	4	1720		-11	830	2	3	
					"	+13	225	4	1380		-2	260	2	2	
					"	+16	214	4	1380						
					"	+7	237	4	2070						
					"	+19	197	3	1380						
					"	+9	176	4	1720						
					"	-2	173	4	1240						
					"	-8	172	4	960						
					"	-13	183	4	960						
					В	+13	227	4	210						
23	6 00	6 20	4	1	СФ	-6	171	5	3100		-14	830	2	3	Гр.
					"	+3	158	4	2070		-24	340	2	2	
					"	-8	188	4	2070		+30	260	2	2	
					"	+11	176	3	1380		+20	260	2	2	
					"	+8	172	3	1100						
					"	+2	175	3	840						
					"	+7	194	3	1380						
					"	+6	250	3	1380						
					"	+12	227	3	1380						
					"	+4	242	3	1380						
					"	-16	278	3	1380						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

189

Дата	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1941 VII.23	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	4	1	B	+ 7°	186°	4	310						Гр.
					"	+ 1	253	3	170						
					"	-30	274	3	140						
					"	-14	160	3	140						
					"	-17	161	3	140						
					"	-16	165	3	280						
24	8 00	8 10	4	2	CФ	- 1	201	5	2070						Гр.
					"	+ 1	174	4	3100		+25°	+ 5°	830	1	3
					"	0	172	4	2070			+13	340	2	2
					"	+ 1	187	4	1720				410	2	2
					"	- 6	161	5	2070						
					"	+12	170	4	1100						
					"	+13	173	4	830						
					"	+19	172	5	830						
					"	+14	171	3	1100						
					B	-10	147	4	280						
					"	-12	155	4	280						
25	6 20	6 40	4	1	CФ	- 3	188	4	1720			-18	260	2	2
					"	- 6	175	5	3100			-11	340	2	2
					"	-14	188	4	2070		+26	+16	520	2	3
					"	-10	194	4	1720				340	2	2
					"	- 7	188	4	1380						
					"	-14	161	4	1380						
					"	+ 3	144	4	1720						
					"	+ 7	143	5	3100						
					"	-16	191	3	1380						
					"	+ 7	152	3	1240						
					B	-13	189	4	160						
					"	+ 7	148	3	160						
					"	- 7	156	4	310						
					"	-13	159	4	310						
					"	-14	161	3	140						
					"	+ 7	143	4	310						
26	6 00	6 20	3	3	CФ	+ 1	166	5	3100	+30			340	2	2
					"	0	174	5	3100						Гр.
					"	- 1	176	4	1720						
					"	- 5	184	4	180						
					"	- 8	187	3	1380						
					"	- 3	185	3	960						
					"	+11	224	3	960						
					"	-11	120	4	3100						
					"	+ 3	128	3	3100						
					"	+16	220	3	1720						
					"	-15	142	3	1380						
					B	- 1	201	3	140						
					"	+ 4	200	3	140						
					"	+26	207	3	140						
					"	-12	151	3	210						
					"	-11	142	3	140						

190

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобини

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VII.25	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	3	В	— 5°	115°	4	160						Гр.
					"	— 4	123	4	160						
					"	+ 3	128	5	310						
					"	— 11	120	5	310						
					"	+ 16	220	3	160						
27	8 30	8 55	2	2	СФ	— 5	176	5	3100	+ 35°					Гр.
					"	— 8	174	5	2070		— 1°	340	2	3	
					"	— 9	170	4	1720			340	2	2	
					"	— 5	167	3	1380						
					"	— 11	162	3	3100						
					"	— 7	158	3	1240						
					"	+ 1	131	4	1240						
					"	+ 5	127	5	1720						
					"	+ 7	124	5	2070						
					"	+ 12	167	3	3100						
					"	— 3	218	3	1380						
					"	— 6	190	3	1720						
					"	— 1	186	3	1720						
					В	— 14	157	3	280						
					"	— 13	142	3	140						
					"	— 1	125	3	160						
					"	+ 16	189	4	160						
					"	+ 10	201	3	160						
					"	— 14	235	3	160						
					"	+ 8	214	3	160						
28	5 55	6 15	4	2	СФ	— 8	184	3	1380		— 6	260	2	3	Гр.
					"	— 14	178	4	1380		— 4	260	2	3	
					"	— 4	178	5	3100		— 2	260	2	3	
					"	— 1	169	4	2600	+ 35		340	2	2	
					"	— 5	168	4	1380						
					"	+ 14	171	4	3100						
					"	+ 14	166	4	1380						
					"	+ 6	129	5	2070						
					"	+ 11	123	5	3100						
					"	+ 9	126	4	1380						
					"	— 4	221	4	1380						
					"	+ 16	180	3	1720						
					В	— 5	119	4	310						
					"	— 14	146	3	140						
					"	— 9	145	3	140						
					"	— 14	158	3	310						
					"	— 4	178	3	160						
					"	+ 16	191	3	140						
29	8 15	8 30	4	2	СФ	+ 4	78	5	3010	+ 3		260	2	2	Гр.
					"	+ 18	89	4	1720	+ 17		260	2	2	
					"	+ 15	121	4	3010		+ 6	340	2	2	
					"	+ 4	126	5	1380						
					"	+ 13	130	4	1380						
					"	+ 9	131	4	1720						



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили..

191

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	Прогуберанцы										Наблюдатель	
						$\varphi$	$l$	$J$	$S$	$\varphi$		$S$	$f$	$J$			
										$W$	$E$						
1941																	
VII.29	8 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	4	2	СФ	+ 9°	140°	4	1380								Гр.
					"	- 4	166	4	3010								
					"	- 4	171	4	1720								
					"	- 7	173	4	1720								
					"	- 7	181	4	1240								
					"	+15	177	4	1240								
					"	+18	172	4	960								
					"	- 4	133	4	960								
					"	+14	113	4	960								
					B	- 8	111	3	140								
					"	-17	109	3	140								
					"	-16	126	3	160								
					"	+20	192	3	140								
					"	- 5	117	5	310								
30	6 00	6 20	4	0	СФ	+ 5	180	5	2070								Гр.
					"	+12	174	5	2070	+30°	+29°	310	2	3			
					"	+10	171	4	1720	+55		350	2	2			
					"	+ 1	172	4	1380	+56		260	2	2			
					"	+ 1	180	4	1380			260	2	2			
					"	+ 1	187	4	1240								
					"	+23	178	4	1720								
					"	+27	177	3	2070								
					"	- 5	169	3	1380								
					"	+12	73	5	3010								
					"	+31	129	5	1240								
					"	+25	119	3	1720								
					"	+25	121	3	1000								
					"	+25	132	4	1240								
					"	+17	130	3	1380								
					B	+ 1	172	3	310								
					"	- 5	169	4	140								
					"	+25	129	4	140								
					"	+17	130	3	140								
					"	+30	185	3	140								
					"	+12	123	3	140								
					"	+14	118	3	140								
31	6 50	7 15	3	1	СФ	- 2	72	4	2070								Гр.
					"	- 6	78	4	2070	-18		340	2	2			
					"	- 9	178	4	1720	+ 1		260	2	3			
					"	-14	167	4	1380	+ 6		340	2	3			
					"	- 4	178	4	3010	+13		340	2	3			
					"	- 1	173	4	1240	+30		340	2	3			
					"	- 1	166	4	1380	-14		340	2	3			
					"	+11	172	4	1380	+14		350	3	4			
					"	+16	168	4	2070	+ 4		300	5	2			
					"	+24	178	4	1720								
					"	+15	165	4	1380								
					"	+12	120	4	1380								
					"	+17	123	4	1200								
					"	+ 8	122	4	1240								

192

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$l_1$	$l_2$	$q$	$h$	Объект	Протуберанцы										Наблюдатель
						$\varphi$	$l$	$j$	$S$	$\varphi$						
										W	E	S	f	J		
1941																
VII.31	6 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	3	1	СФ	+10°	124°	4	960							Гр.
					"	+7	132	4	960							
					"	+13	50	4	160							
					"	+28	74	4	160							
					"	-1	129	5	410							
					"	-9	115	3	140							
					"	-10	150	3	170							
					"	-17	173	3	140							
					"	-14	167	3	140							
					"	+24	178	3	140							
					"	-6	78	3	140							
VIII.2	5 45	6 05	3	1	СФ	+13	36	3	2070		+24°	340	2	2		Гр.
					"	+11	45	3	2070		+19	340	2	2		
					"	+9	38	3	1720	-28°		530	2	3		
					"	-3	69	3	1380	-10		340	2	2		
					"	-6	65	3	1720	+2		340	2	2		
					"	-5	78	4	1380	+10		340	2	2		
					"	-9	64	4	1380	+20		340	2	2		
					"	-6	159	4	1720							
					"	-9	115	4	1240							
					"	+5	121	3	1720							
					"	+3	129	3	1380							
					"	+5	130	4	1650							
					"	+14	139	4	1380							
					"	+3	132	2	1380							
					"	-12	144	2	140							
					"	-21	162	2	140							
					"	+19	104	2	140							
					"	+6	92	2	140							
					"	+9	38	3	170							
3	7 00	7 20	3	1	СФ	+11	26	4	2070		-22	820	2	3		Гр.
					"	+9	37	4	2070		+20	340	2	2		
					"	+4	32	4	1380	+21		340	2	1		
					"	+13	31	4	1380	+11		260	2	2		
					"	+7	43	4	1720	-27		680	2	3		
					"	-6	70	4	2070	-37		260	2	2		
					"	-7	74	4	2070	-56		340	2	1		
					"	-10	80	4	1720							
					"	+7	120	3	1720							
					"	+11	121	3	1240							
					"	+4	123	3	1380							
					"	-2	133	4	1720							
					"	+13	135	3	1380							
					"	-8	128	4	1380							
					"	-15	5	3	140							
					"	+30	25	3	110							
					"	+24	33	3	110							
					"	-20	45	3	160							
					"	+23	37	3	140							
					"	-20	35	3	140							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Манобили...

193

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$j$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										W	E				
1941 VIII.3	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	1	B	+19°	117°	4	140						Гр.
					"	+4	123	4	170						
					"	+4	32	3	140						
					"	-8	128	3	140						
4	5 50	6 15	4	0	CФ	+14	30	4	2070		-18°	720	2	3	Гр.
					"	+8	38	4	2070		-13	340	2	2	
					"	+9	46	4	1720	-19°		340	2	1	
					"	+4	32	4	1380	-32		340	2	2	
					"	-13	5	3	1380	-23		340	2	1	
					"	-14	6	3	1240	-17		260	2	2	
					"	+10	123	3	1380						
					"	+7	119	3	1380						
					"	+14	135	3	1380						
					"	+7	125	3	2070						
					"	+6	131	3	1380						
					"	-8	71	3	1380						
					"	-6	72	3	1720						
					"	-8	78	3	1380						
					"	-11	83	3	1380						
					"	-30	43	4	1380						
					B	+14	6	4	310						
					"	+15	110	4	140						
					"	+16	92	3	140						
					"	-16	113	3	140						
					"	-30	43	3	140						
					"	+4	32	3	140						
					"	+7	125	3	140						
5	7 10	7 30	3	0	CФ	+1	353	4	2070		+18	820	2	3	Гр.
					"	-14	1	4	1380	+21	+23	340	2	2	
					"	-18	7	4	1380			260	2	1	
					"	-17	3	4	1380	+14		260	2	1	
					"	+9	1	4	1380	-15		340	2	3	
					"	+14	120	4	1720	-28		260	2	2	
					"	+11	116	4	1720	-29		260	2	2	
					"	+11	112	4	1380	-30		260	2	2	
					"	-8	72	4	1380						
					"	-7	73	4	1720						
					"	-10	81	4	1720						
					"	+4	73	4	1720						
					"	+5	43	4	2070						
					"	+13	31	4	1720						
					"	+11	23	4	1380						
					"	+3	43	4	820						
					"	+7	27	4	1720						
					B	-19	356	3	160						
					"	+23	1	3	140						
					"	+27	18	3	140						
					"	+19	76	3	160						
					"	+19	92	3	140						
					"	-8	72	3	160						
					"	-16	111	3	160						

13. აბასო. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15

194

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобини

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VIII.7	5 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	3	1	СФ	-15°	328°	4	1240	-26°		260	2	1	Гр.
					"	-16	329	4	1240	-22		340	2	2	
					"	-7	333	4	1720	-1		410	2	3	
					"	-19	334	4	2070	+3		410	2	3	
					"	+4	351	4	1240		+30°	340	2	2	
					"	-8	358	3	1380		+29	340	2	2	
					"	-13	357	3	1240		-31	340	2	2	
					"	-12	4	3	1720		-39	260	2	1	
					"	-11	75	3	1720						
					"	+5	43	3	3010						
					"	+7	40	3	2070						
					"	+5	25	4	2070						
					"	+11	31	4	2070						
					"	+10	25	4	2070						
					"	+14	87	4	1720						
					В	-2	352	4	1380						
					"	-20	353	3	280						
					"	+15	342	3	140						
					"	+26	15	3	170						
					"	+23	3	3	140						
					"	+14	87	3	140						
					"	+21	78	3	310						
					"	-7	71	4	160						
8	5 40	6 00	3	3	СФ	+11	352	3	1720	-18		510	1	1	Гр.
					"	-12	334	3	1720						
					"	-12	332	3	1240						
					"	-20	328	3	1380						
					"	-21	314	3	1380						
					"	-22	331	3	1380						
					"	-11	354	3	1240						
					"	-13	352	3	1380						
					"	-11	4	2	1380						
					"	-18	2	2	1720						
					"	-15	4	2	1720						
					"	+1	72	2	1240						
					"	-14	78	2	1240						
					"	-14	78	2	1240						
					"	+3	45	2	1380						
					"	+4	39	2	1720						
					"	-14	10	2	1240						
					"	+9	29	2	1240						
					"	+10	10	2	1240						
					В	+1	47	2	1240						
					"	+1	12	3	160						
					"	+24	70	2	140						
					"	+22	326	2	140						
					"	+25	314	2	140						
					"	+27	72	2	140						
					"	-4									

## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили.-

195

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$	
										$W$	$E$				
1941 VIII.9	6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	4	СФ	-10°	297°	2	1720	+ 6°		510	3	2	Гр.
					"	-18	304	2	1380						
					"	-19	299	2	1720						
					"	-18	318	3	1240						
					"	-21	323	3	1240						
					"	-17	327	3	1240						
					"	-27	318	3	1240						
					"	-22	329	3	2070						
					"	-14	327	3	1240						
					"	-11	330	2	1240						
					"	-11	334	3	1240						
					"	-2	349	4	3010						
					"	-15	353	3	1380						
					"	-23	359	3	1380						
					"	-20	3	4	1240						
					"	-2	337	3	1240						
					"	-2	68	3	1240						
					"	+7	40	4	3010						
					"	+4	37	4	2070						
					"	+5	29	4	2070						
					"	+4	22	4	2070						
					В	-29	346	2	140						
					"	-3	64	3	140						
					"	+21	9	3	140						
					"	+25	24	3	140						
					"	+23	305	3	140						
					"	+17	59	3	140						
10	12 00	12 15	3	3	СФ	-24	301	2	1240	-21	- 3°	410	1	3	Гр.
					"	-23	307	2	1240	-12		340	2	2	
					"	-22	319	3	1380	-15		340	2	2	
					"	-20	328	3	1380	+7		260	2	2	
					"	-20	335	3	1380	+11		260	2	1	
					"	-12	333	3	1720			260	2	2	
					"	-14	340	3	1720						
					"	-16	356	3	1380						
					"	-24	349	3	1240						
					"	-23	356	3	1240						
					"	-21	5	3	1380						
					"	+2	42	3	1380						
					"	+4	38	3	1380						
					"	+9	28	3	1720						
					"	+11	25	3	2070						
					"	+3	28	3	1720						
					В	+26	25	2	140						
					"	-8	27	2	140						
					"	-3	38	2	140						
					"	+16	14	2	140						

196

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобиани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	Протуберанцы									Наблюдатель
						φ	l	J	S	φ		S	f	J	
										W	E				
1941 VIII-11	6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	4	СФ	-17°	359°	2	1240	+ 6° + 18 + 20	-50°	340	2	1	Гр-
				"	-19	354	2	1240	510		2	2			
				"	-20	9	2	1240	510		2	2			
				"	-20	357	2	1380	510		2	3			
				"	+ 3	3	2	1380							
				"	+ 6	41	3	1240							
				"	+ 3	37	3	1240							
				"	+ 2	32	3	1720							
				"	+ 7	30	3	2070							
				"	+10	22	3	1720							
				"	-24	324	3	1380							
				"	-24	331	2	1380							
				"	-18	333	2	2070							
				"	-21	320	3	1240							
				"	-25	329	3	1240							
				"	-20	333	3	1240							
				В	-21	352	4	140							
				"	+22	27	4	140							
				"	+26	20	3	140							
				"	-11	28	3	140							
14	6 10	6 20	4	1	СФ	- 8	359	4	1240	+ 1 - 5	-20	510	2	3	Гр-
				"	- 7	355	3	1240	510		2	3			
				"	-16	349	2	1720	510		2	3			
				"	+ 6	349	4	2070							
				"	-14	327	4	2070							
				"	-17	326	4	1240							
				"	-18	324	4	1240							
				"	-24	318	2	1720							
				"	+10	359	2	1380							
				В	+ 6	351	3	140							
				"	+13	312	3	140							
				"	-16	349	3	140							
15	12 00	12 15	3	2	СФ	+ 9	231	2	1240	- 2	340	2	3	Гр-	
				"	+ 5	245	4	1240	- 3	340	2	3			
				"	+ 8	256	3	1240	- 8	340	2	3			
				"	- 6	335	3	1240	-10	410	2	3			
				"	- 8	331	2	1380	-20	260	2	1			
				"	-14	345	3	1380	-24	260	2	1			
				"	-16	325	3	1380	-25	260	2	1			
				"	-24	324	3	1380	-30	260	2	1			
				"	-21	347	2	1380	-41	340	2	1			
				"	+13	336	3	1380	-40	340	2	1			
				В	+19	238	3	160	-25	260	2	1			
				"	+ 2	336	3	160	+ 9	340	2	2			
				"	+ 1	255	3	160	+20	340	2	3			
				"	+ 9	231	4	140	+26	340	2	1			
				"	-21	347	4	140		+35	340	2	2		
										+34	340	2	2		
										+24	340	2	1		
										+11	340	2	2		
										+ 6	340	2	2		

## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили..

197

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VIII.16	5 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+10°	345°	4	2070		+34°	340	2	3	Гр.
					"	+9	347	4	1240		+14	260	2	3	
					"	+4	256	3	1380		+9	340	2	3	
					"	+1	206	3	1240		-10	340	2	3	
					"	+4	213	3	1240		-14	510	1	3	
					В	+4	256	3	140		-15	510	2	3	Гр.
										-21°		340	2	2	
										-13		260	2	3	
										+23		820	2	3	
17	6 00	6 15	3	2	СФ	-10	192	4	1380		+23	510	3	3	Гр.
					"	-17	191	3	1380		+20	820	2	3	
					"	-16	183	3	1240		+16	510	2	3	
					"	-37	321	2	1240		-9	340	2	3	
					"	-21	304	2	1240		-23	260	2	2	
					В	-16	183	3	140	-24		260	2	3	Гр.
					"	+7	299	4	310	-19		260	2	2	
					"	+6	310	3	160	+6		340	2	3	
					"	+15	198	3	140	+9		340	2	3	
					"	-15	258	3	140	+11		260	2	3	
										+14		510	2	1	Гр.
										+16		340	2	1	
18	5 45	6 00	4	4	СФ	+2	179	4	2070		+25	340	2	3	Гр.
					"	-2	191	4	2070		+23	520	5	2	
					"	-7	190	3	2070		-14	340	2	3	
					"	+1	186	3	1240		-16	820	5	4	
					"	+14	183	3	1380		-21	260	2	3	
					"	+16	176	3	2070		-36	340	2	3	Гр.
					В	+21	191	3	270	-14		260	2	2	
					"	+10	316	3	140	-8		820	5	2	
					"	-7	190	3	140	+1		260	2	2	
					"	+16	176	3	140	+19		340	2	2	
					"	+21	289	2	140						X
19	7 00	7 20	3	3	СФ	-3	193	2	650						Гр.
					"	-6	183	3	1080						
					"	-1	189	3	220						
					В	-14	183	4	130						
20	7 50	8 05	3	4	СФ	+1	149	4	1240		+1	260	2	3	Гр.
					"	-5	189	3	1380	-4		820	2	2	
					"	+13	150	3	1240	+11		820	2	2	
					"	-9	181	3	1240						
					"	-17	190	3	1240						
					"	-14	180	3	1380						Гр.
					"	-3	177	2	1380						
					"	-2	180	2	1380						
					В	-29	157	3	280						

198

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобнани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогнобраним					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VII.21	7 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	3	3	СФ	- 3°	187°	3	1240	-	+ 3°	430	2	2	Гр.
					"	- 1	180	3	1380		- 13	430	2	2	
					"	- 6	176	4	1200			820	2	2	
					"	- 9	179	4	1240		+ 1	260	2	2	
					"	- 12	138	4	2070						
					"	- 5	143	3	1380						
					"	+ 2	132	5	3010						
					"	+ 8	137	5	1380						
					"	+ 3	234	4	1720						
					"	+ 7	237	3	1240						
					В	- 12	182	3	170						
					"	- 13	149	3	270						
					"	- 20	158	3	270						
					"	+ 16	221	3	170						
22	6 50	7 15	4	3	СФ	+ 13	132	4	3010	+	+ 18	340	2	1	Гр.
					"	+ 19	131	4	1240		- 22	820	2	1	
					"	+ 14	135	4	1100		- 28	820	2	2	
					"	+ 18	124	4	3010		- 30	340	2	2	
					"	- 9	140	3	1200		+ 40	510	2	2	
					"	- 3	176	4	1240						
					"	- 8	177	4	1100						
					"	- 5	186	3	1380						
					"	- 9	179	4	1100						
					"	- 12	176	4	1240						
					"	+ 1	209	4	1100						
					"	+ 4	209	4	1240						
					В	+ 3	140	4	140						
					"	- 8	151	4	270						
					"	- 3	159	4	270						
					"	- 18	140	4	140						
					"	- 5	187	3	160						
					"	- 19	184	3	160						
					"	+ 16	192	4	210						
23	6 00	6 15	4	3	СФ	+ 11	123	4	1720	+	+ 19	340	2	3	Гр.
					"	+ 11	127	4	3010		+ 14	340	2	3	
					"	+ 7	144	4	1240		- 25	860	2	2	
					"	+ 14	143	4	1380		+ 24	820	2	3	
					"	+ 13	154	4	1100						
					"	- 12	138	4	820						
					"	- 15	152	4	1100						
					"	- 8	176	4	930						
					"	- 5	174	4	930						
					"	- 6	177	4	1100						
					"	- 7	185	4	820						
					"	- 17	179	4	1380						
					"	- 7	180	4	820						
					"	+ 9	207	4	2070						
					"	+ 4	208	4	1240						
					"	+ 3	210	4	1240						
					В	+ 1	139	3	140						



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

199

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VIII.23	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	4	3	В	- 3°	149°	4	620						Гр.
					"	+24	188	3	140						
					"	+19	189	2	140						
					"	+14	189	2	140						
					"	-17	179	2	140						
24	12 00	12 15	3	3	СФ	+20	125	4	1100	+39°		690	2	3	Гр.
					"	+11	129	4	1380						
					"	+7	126	4	1380						
					"	+7	129	4	2070						
					"	+11	133	3	1240						
					"	+6	132	3	1100						
					"	+14	211	4	1100						
					"	+19	215	4	1240						
					В	+20	107	3	160						
					"	+23	146	3	140						
					"	+29	193	4	140						
					"	+15	190	4	140						
					"	- 4	189	4	140						
25	5 45	6 00	3	3	СФ	+11	124	3	1100	+39	-11°	480	2	1	Гр.
					"	+9	129	3	1380		-14	340	2	1	
					"	+14	129	4	1380			820	2	3	
					"	+13	135	4	1100						
					"	+10	138	4	1380						
					"	- 2	109	3	1700						
					"	-12	145	2	1240						
					"	-13	151	2	1240						
					"	- 6	181	2	1100						
					"	-11	180	2	1100						
					В	+7	85	3	160						
					"	-24	138	3	170						
					"	- 5	145	3	140						
					"	+10	148	3	140						
					"	-21	173	3	110						
					"	-21	205	3	120						
26	5 45	6 00	3	3	СФ	- 7	149	2	1100	+24		340	2	1	Гр.
					"	- 9	147	2	820	+14		510	2	3	
					"	- 9	146	2	1100						
					"	+11	125	3	1240						
					"	+10	131	4	2070						
					"	+ 9	138	3	2070						
					"	+19	134	3	1720						

200

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобiani

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 VIII.26	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+13°	203°	3	1240						Гр.
					"	-6	190	3	2070						
					"	-7	180	3	1380						
					"	-7	185	3	1380						
					В	+4	75	3	140						
					"	+14	102	3	140						
					"	-20	136	3	620						
					"	+17	199	3	140						
					"	+26	191	3	140						
					"	-21	184	3	140						
					"	+24	103	3	140						
27	9 10	9 25	3	2	СФ	+10	122	3	1380		+38°	340	2 3		Гр.
					"	+7	123	3	1380		+17	340	2 3		
					"	+6	124	3	2070		+19	260	2 3		
					"	+8	133	3	2070	+25°		820	2 3		
					"	+13	132	4	1240	+24		340	2 3		
					"	-11	174	4	1100	-9		260	2 3		
					"	-8	182	4	1240	-20		340	2 3		
					"	-3	178	3	1100	-26		260	2 3		
					"	-11	183	3	1100						
					"	+5	173	3	1720						
					"	+7	171	3	1720						
					"	-17	146	3	1240						
					"	+4	73	3	2070						
					"	+14	128	3	1100						
					В	+3	82	3	140						
					"	+11	185	3	280						
					"	+13	168	3	140						
					"	-22	144	3	150						
					"	-20	132	3	130						
					"	+4	73	4	150						
					"	+20	103	4	150						
					"	+8	143	3	150						
28	8 00	8 20	2	3	СФ	+14	126	2	1720		+23	260	2 2		Гр.
					"	+11	129	2	2070		-36	340	2 2		
					"	+9	130	2	1240	-41		340	2 2		
					"	+4	49	2	820	-5		340	2 2		
					"	+16	158	2	1100	+17		860	2 3		
					"	+4	164	2	1380						
					"	-22	154	2	1100						
					"	-25	159	2	820						
					"	+3	39	2	820						
					"	+6	44	2	820						
					В	+3	74	3	140						
					"	+11	113	2	140						
					"	-21	140	2	130						
29	5 45	6 00	3	5	СФ	+16	40	3	1100		-35	260	2 1		Гр.
					"	+11	37	3	1600	+32		340	2 1		
					"	+14	40	2	1240	+18		510	2 3		

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

201

Дата	Прогуберанцы										Наблюдатель				
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	f	S	φ		S	f	J	
										W					E
1941															
VIII.29	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	5	СФ	+11°	52°	2	1240	+14°		510	2	3	
					"	-10	43	2	1100	+12		340	2	3	
					"	+2	148	3	1240	-20		340	2	3	
					"	+6	118	2	1380	-21		260	2	3	
					"	+7	127	3	2070						
					"	+11	119	3	2070						
					"	-10	156	2	1720						
					В	+1	76	4	210						
					"	+1	148	2	140						
					"	-20	145	3	140						
30	5 45	6 00	3	5	СФ	+11	35	3	1240		+7°	210	2	3	Гр.
					"	+9	32	3	1240		+1	340	3	1	
					"	+10	44	3	820		-40	260	2	1	
					"	+8	47	3	820		-42	210	2	1	
					"	+16	126	3	1720	+11		260	2	1	
					"	+9	123	3	2070	+22		210	2	1	
					"	+4	123	3	1720						
					"	-6	144	4	1240						
					В	-20	50	2	140						
					"	+2	72	3	210						
					"	+21	95	3	140						
					"	-24	148	3	140						
31	5 45	6 00	3	4	СФ	+7	28	2	1240		+21	260	2	1	Гр.
					"	+7	31	2	1100		+14	260	2	1	
					"	+7	44	3	820		0	210	2	1	
					"	+10	40	3	820		-2	210	2	1	
					"	+11	7	2	1100	+29		690	2	2	
					"	+8	3	2	1100	+7		820	2	2	
					"	+12	126	3	1720						
					"	+10	87	3	1720						
					"	+15	131	3	2070						
					"	+13	133	2	1720						
					"	+9	136	2	1240						
					В	0	74	4	210						
					"	+7	31	2	140						
					"	+13	100	3	140						
IX.1	5 45	6 00	3	4	СФ	-3	352	4	1720		+27	260	2	3	Гр.
					"	+4	349	3	1380		+25	260	2	3	
					"	+17	353	2	1240		+23	260	2	3	
					"	+3	3	2	1100	-42		340	2	3	
					"	+11	125	2	1240	-30		340	2	3	
					"	+4	42	2	1380	-24		260	2	3	
					В	+3	79	4	420	-22		820	2	3	
					"	+44	85	2	140	-31		340	2	3	
					"	+25	104	3	140						
					"	-11	91	2	140						
					"	+4	41	2	140						
					"	+30	22	2	140						

202

Ш. М. Чхидзе и Н. И. Георгобiani

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	Протуберанцы										Наблюдатель
						$\varphi$	$l$	$j$	$S$	$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1941																
IX.2	11 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	4	СФ	+ 3°	326°	2	1240		+22°	260	2	2	Гр.	
					"	+ 4	326	2	1650	-46°		340	2	3		
					"	+ 6	343	2	1380	-45		340	2	3		
					"	+11	355	2	1240	-33		340	2	3		
					"	+10	356	2	1240	-28		210	2	3		
					"	+ 7	1	2	1380	-15		510	2	2		
					"	+ 7	37	2	1380	+ 1		210	2	3		
					В	+ 2	77	2	210	+ 6		260	2	2		
					"	+27	356	2	140							
3	5 45	6 00	3	4	СФ	- 3	348	3	1240	-13		260	2	3	Гр.	
					"	- 1	349	3	1380	- 4		510	2	3		
					"	- 1	351	3	2070	+12		340	2	3		
					"	+ 4	333	3	1100	+18		340	2	3		
					"	+11	333	2	820	+27		340	2	2		
					"	+20	356	2	820							
					"	+22	317	2	1240							
					"	+18	355	2	820							
					"	+15	347	2	1240							
					"	+23	381	2	1240							
					В	+ 5	77	2	140							
					"	+ 3	85	2	120							
					"	+26	90	2	100							
					"	+33	58	2	140							
					"	+15	347	2	140							
4	6 40	6 55	3	3	СФ	- 3	346	3	1240		-34	340	2	2	Гр.	
					"	- 5	352	3	1380	-26		340	2	2		
					"	+ 2	345	2	2070	+19		550	2	2		
					"	+11	354	3	1380	+18		510	2	3		
					"	+ 9	357	3	1380							
					В	- 2	338	2	140							
					"	+ 2	345	2	140							
					"	-21	328	2	140							
					"	-34	3	2	140							
					"	-13	330	1	140							
5	5 45	6 00	3	3	СФ	+11	308	3	820	+24		340	2	3	Гр.	
					"	- 5	350	3	1650	+26		340	2	3		
					"	- 4	352	3	820							
					"	- 4	353	3	1380							
					"	+ 2	350	3	1380							
					"	+10	354	3	1380							
					"	+13	356	3	1100							
					"	+11	357	3	820							
					"	+ 9	2	3	820							
					В	+19	329	3	140							
					"	+24	315	2	140							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

203

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1941 IX.6	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	2	4	СФ	— 8°	349°	3	1380	+ 2°		260	2	2	Гр.	
					"	— 9	354	3	1380	— 2		210	2	2		
					"	— 3	350	3	1100	— 5		210	2	2		
					"	+17	352	4	2070							
					"	+13	359	4	2070							
					B	— 5	36	3	140							
					"	—29	327	3	140							
8	5 45	6 00	2	5	СФ	— 6	349	4	2070							
					"	— 2	348	4	1380							
					"	— 6	347	4	1720							
					"	+13	1	4	2070							
					"	+12	356	4	2070							
					"	+11	351	4	1380							
					B	—16	349	4	340							
					"	—24	326	4	170							
9	11 45	12 00	3	4	СФ	—13	333	3	1100		+25°	210	2	3		Гр.
					"	—11	343	3	820		+14	210	2	3		
					"	—13	338	3	1100		+11	260	2	2		
					"	—22	333	3	930	— 4		510	2	2		
					"	—11	354	3	1240	—10		550	2	3		
					"	— 9	355	3	1380							
					"	— 1	351	3	820							
					"	+12	356	3	1380							
					"	+ 8	1	3	1240							
					"	—20	346	3	820							
					B	+26	324	5	310							
					"	—31	328	4	210							
10	5 45	6 05	3	5	СФ	— 4	352	3	1380		+19	340	2	3	Гр.	
					"	—20	340	3	1100		+13	340	2	3		
					"	— 5	343	3	1240		+10	340	2	3		
					"	— 8	332	3	1100		—21	550	2	2		
					"	+ 4	351	3	820		—24	510	2	2		
					"	+ 8	352	3	820		+ 8	340	2	3		
					"	+11	354	3	820	+34		510	2	2		
					B	—30	324	4	520	+40		510	2	2		
					"	—20	340	4	140							
11	5 45	6 00	3	4	СФ	—10	343	4	1720		+25	690	2	2	Гр.	
					"	— 4	342	2	820		+27	550	2	2		
					"	—10	332	3	1380							
					"	+ 9	351	3	1100							
					"	+12	216	4	2070							
					"	+16	215	4	2070							
					"	+ 8	237	2	1100							
					B	0	350	3	140							
					"	+25	342	3	110							
					"	+26	328	3	120							
					"	+34	315	3	140							
					"	+10	261	3	140							

204

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобиани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1941 IX.12	7 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+ 8°	215°	4	1720		-13°	340	2	1	Гр.
					"	+15	215	4	2070		-31	340	2	1	
					"	+13	208	4	1720						
					"	+ 8	201	4	820						
					В	+ 4	241	2	110						
					"	+40	282	2	110						
13	12 00	12 10	3	5	СФ	+ 9	212	4	2070	-49°		340	2	2	Гр.
					"	+16	198	4	2070	-41		340	2	2	
					"	+13	203	4	2070						
					В	+ 8	191	4	2070						
					"	- 9	212	4	210						
14	6 00	6 15	3	5	СФ	+ 7	211	4	2070		- 4	210	2	1	Гр.
					"	+12	212	5	2070		-16	210	2	1	
					"	+ 9	200	4	2070		-21	210	2	1	
					"	+ 5	192	4	2070	-41		820	5	2	
					В	-30	198	2	140	+18		510	2	2	
15	5 45	6 00	3	4	СФ	+ 3	200	4	2070		-16	620	2	3	Гр.
					"	+12	208	4	1380		-36	510	2	3	
					"	+11	202	4	1380	-39		820	5	3	
					"	+ 2	193	4	2070	-55		620	2	3	
					"	0	192	4	510						
					"	- 2	192	5	1100						
					"	-14	226	4	1380						
					В	+24	170	2	140						
					"	-33	176	2	140						
16	5 45	6 00	3	5	СФ	+12	199	4	1240		-17	820	2	1	Гр.
					"	+11	205	4	820		-26	680	2	3	
					"	+13	207	5	1100		-37	680	1	2	
					"	+19	206	4	820	-40		550	5	2	
					"	+17	213	4	820	+28		820	2	3	
					"	+ 9	208	5	1380						
					"	+ 7	208	4	1380						
					"	+ 8	205	4	820						
					"	-13	140	4	1720						
					"	-14	230	4	820						
					В	-30	196	2	140						
					"	- 9	200	2	140						
17	7 45	8 00	3	3	СФ	-17	142	4	1100	- 7		210	2	2	Гр.
					"	+ 1	138	4	820						
					"	- 1	180	4	860						
					"	+ 4	192	5	1380						
					"	+ 3	195	4	1100						
					"	+ 9	207	4	820						
					"	+ 9	206	4	820						
					"	+ 1	207	4	1380						
					"	- 4	207	4	1240						

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941 IX.17	7 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	3	СФ В "	-21° -29 +16	229° 131 183	4 3 3	2070° 160 160						
19	6 05	6 20	3	1	СФ "<										

206

III. М. Чхандзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$		
										$W$	$E$					
1941																
X.2	5 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	3	1	СФ	— 1°	8°	3	960		+24°	210	2	3	Гр.	
					"	—13	354	2	960		—26	340	2	1		
					"	—3	2	2	960	+18°		720	2	3		
					"	—21	355	2	960	—12		600	1	3		
					B	—9	43	3	210							
					"	—3	76	3	140							
3	5 00	5 15	3	1	СФ	— 2	6	2	960	— 3		780	2	3	Гр.	
					"	—4	263	3	820							
					"	—11	4	2	820							
					"	—14	352	2	820							
					B	—10	13	2	140							
					"	—13	45	2	140							
					"	+ 4	8	2	140							
4	5 10	5 20	3	2	СФ	— 6	1	3	1240	+ 1		340	2	3	Гр.	
					"	—5	9	3	820	+16		510	1	1		
					"	—11	353	3	1380	+33		510	2	1		
					"	—8	352	2	1240		—49	510	2	2		
					B	—7	47	2	140							
					"	—40	309	2	140							
					"	+12	356	2	140							
5	5 10	5 20	2	1	СФ	— 1	11	2	1240						Гр.	
					"	—6	9	2	820							
					"	—19	351	2	820							
					"	—17	9	2	1100							
					"	—11	352	2	820							
					"	—13	21	2	1100							
					B	—45	309	2	140							
					"	—40	327	2	140							
6	5 10	5 20	3	2	СФ	—11	351	3	1240		+11	340	2	3	Гр.	
					"	—9	2	3	1100	—17		210	2	3		
					"	—9	9	3	820	—14		510	2	3		
					"	—6	8	2	820	—13		510	2	3		
					"	—14	3	4	820							
					B	—41	332	2	140							
7	10 30	10 45	2	4	СФ	+14	6	4	1240		+12	210	2	2	Гр.	
					"	+13	5	4	820							
					"	+4	10	2	820							
					"	—2	12	2	510							
					"	—6	351	2	510							
					"	+14	303	2	510							
					B	+48	286	3	210							
					"	+4	226	3	140							
9	6 05	6 15	3	2	СФ	+15	307	3	1100		+20	340	2	1	Гр.	
					"	+10	228	3	960		+24	210	2	1		
					"	+7	219	3	1240	— 8		210	2	3		



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

207

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941															
X.9	6 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+ 8°	205°	3	960	— 6°		210	2	3	Гр.
					"	+16	212	3	820						
					"	+12	219	3	820						
10	5 20	5 30	3	3	СФ	+ 9	224	2	820	—29		210	2	2	Гр.
					"	+ 5	219	2	820						
					"	+12	218	2	820						
					"	+ 9	203	2	820						
					"	+10	301	3	510						
11	6 30	6 40	3	3	СФ	+14	224	3	820						Гр.
					"	+11	218	3	820						
					"	+15	217	3	820						
					"	+11	228	3	820						
					"	+10	204	3	820						
					"	+14	301	2	510						
12	12 00	12 10	3	3	СФ	+10	201	2	820	—26°		210	2	3	Гр.
					"	+19	223	2	820						
					"	+13	211	2	820						
					"	+10	214	2	820						
					"	+ 6	228	2	820						
					"	+13	218	2	820						
					B	+25	182	2	140						
13	12 00	12 10	3	4	СФ	+14	200	2	820						Гр.
					"	+14	224	2	820						
					"	+17	215	2	820						
					"	+15	217	2	820						
					"	+16	216	2	820						
					"	+11	229	2	820						
					B	+27	176	2	140						
14	12 00	12 20	3	4	СФ	—20	135	4	3010	—40		340	2	3	Гр.
					"	+ 9	196	3	820	—20		210	2	1	
					"	+ 9	219	3	820						
					"	+ 4	225	3	820						
					"	+ 4	216	3	820						
					"	+ 5	222	3	820						
					"	+ 2	211	3	1100						
					"	+14	203	3	1240						
					"	+13	202	3	1240						
					"	—16	135	3	1380						
					"	+ 4	183	3	820						
					"	+11	228	3	1240						
					"	+12	197	3	820						
					B	+ 3	152	3	140						
					"	+25	179	3	140						
					"	+ 4	183	3	140						
					"	+11	228	3	140						
					"	—37	182	4	210						

208

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1941															
X.16	11 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	4	0	СФ	-10°	147°	4	1380		+40°	340	2	3	Гр.
					"	-9	145	4	1380		+26	215	2	3	
					"	+9	204	4	1240		+24	340	2	3	
					"	+10	226	4	1240		+8	480	4	3	
					"	+13	224	4	820		-4	340	2	3	
					"	+16	215	4	820	-12°		210	2	1	
					"	+10	219	4	820	+35		340	2	2	
					"	+16	175	4	960	+48		340	2	3	
					"	-30	192	4	960						
					В	+27	185	3	210						
					"	+23	135	3	140						
					"	-30	192	3	160						
					"	+16	175	3	140						
					"	+10	219	3	160						
17	5 00	5 15	3	0	СФ	+13	203	3	820		+36	340	2	2	Гр.
					"	+14	198	3	1380		+11	340	2	3	
					"	+14	205	3	1380		+9	340	2	3	
					"	+13	215	3	1240		-2	720	4	3	
					"	+11	223	3	1100		-6	420	2	3	
					"	+12	226	3	820	+33		340	2	2	
					"	+13	184	3	820						
					"	-32	187	3	820						
					"	-20	184	3	820						
					"	-17	145	3	1380						
					"	-18	139	3	1380						
					"	+15	113	4	1720						
					В	-24	122	2	140						
					"	+14	198	2	140						
					"	+13	184	2	140						
					"	-20	184	2	140						
					"	-18	139	2	140						
18	5 30	5 45	3	1	СФ	-14	165	3	820		+45	340	2	2	Гр.
					"	-13	161	3	1100	+39		210	2	1	
					"	-10	144	3	1240	+48		210	2	1	
					"	-11	138	3	820						
					"	-10	159	3	1380						
					"	+20	113	4	1380						
					"	+13	202	4	550						
					"	+14	224	4	550						
					"	+9	231	4	550						
					"	+14	225	4	550						
					"	-16	230	3	550						
					"	-2	102	4	1100						
					"	+27	112	4	550						
					В	+1	86	3	140						
					"	-8	125	3	150						
					"	-10	159	3	140						
					"	-13	161	3	140						
					"	+20	113	3	280						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

209

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	Прогуберанцы										Наблюдатель
						$\varphi$	$l$	$J$	$S$	$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1941 X.23	11 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	4	3	СФ	+17°	118°	2	820		+ 9°	210	2	3	Гр.	
					"	+12	116	2	1100		+ 1	210	2	3		
					"	+14	112	2	1100	-32°		340	2	2		
					"	+19	114	2	820	+21		340	2	3		
					"	+23	111	2	820	+24		340	2	3		
					"	+16	124	2	1100	+26		340	2	3		
					"	- 3	148	4	1100	+50		340	2	3		
					"	-17	143	4	2070							
					"	-11	144	4	1500							
					"	- 9	12	4	1380							
					"	-14	29	4	210							
					В	+10	13	4	130							
					"	+39	53	4	170							
					"	+22	82	4	80							
					"	- 1	89	4	620							
					"	- 3	131	4	140							
					"	+23	111	4	140							
					"	+16	124	4	140							
					"	-11	144	4	170							
25	11 20	11 40	4	4	СФ	+ 9	7	4	1100	-56		680	2	3	Гр.	
					"	+13	355	4	510	-46		680	2	3		
					"	+11	353	4	510	-18		210	2	3		
					"	+ 7	358	4	820	+20		240	2	3		
					"	- 3	8	3	410							
					"	+19	116	4	820							
					"	+18	113	4	340							
					"	+14	114	4	340							
					"	-13	2	4	410							
					"	+16	117	4	820							
					В	+ 8	7	3	140							
					"	+21	25	3	140							
					"	+ 3	89	4	620							
					"	- 7	348	2	80							
					"	-40	26	2	140							
					"	-36	105	2	280							
					"	-50	120	3	280							
					"	+16	117	3	140							
26	11 50	12 00	3	4	СФ	+12	12	4	1100	-40		210	2	1		Гр.
					"	+14	2	4	1100							
					"	+14	0	4	410							
					"	+17	9	4	1380							
					"	+ 9	7	4	1380							
					"	+ 2	16	2	510							
					"	+11	1	4	340							
					"	+10	123	2	820							
					"	+14	110	2	1380							
					В	+ 1	94	3	210							
					"	+44	54	2	140							
					"	+ 5	13	2	140							
					"	+11	1	2	140							
					"	+17	9	2	140							
					"	+14	110	2	140							

14. აბასთ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15

210

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобидзе

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1941																
X.27	11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+ 9°	7°	3	1100	+18°		340	2	3	Гр.	
					"	+11	1	3	1100	+16		340	2	3		
					"	+11	358	3	510	-39		340	2	2		
					"	+ 7	4	4	1100							
					"	+12	11	4	820							
					"	+ 4	9	3	260							
					"	- 3	11	3	540							
					"	+ 6	319	5	820							
					"	+10	8	3	260							
					В	- 3	92	3	620							
					"	+ 9	23	3	140							
					"	- 6	353	3	140							
					"	+21	78	3	140							
					"	+12	11	3	140							
29	5 45	6 00	3	5	СФ	+12	12	3	1100	-11		550	2	3	Гр.	
					"	+15	3	3	1100	- 3		510	2	3		
					"	+14	1	3	820							
					"	+ 6	10	3	1380							
					"	+ 7	1	3	1240							
					"	+ 2	8	2	260							
					"	+18	318	3	1380							
					"	0	8	2	340							
					В	-35	320	2	140							
					"	+12	21	2	140							
					"	+13	353	2	140							
					"	+ 7	1	4	170							
31	10 30	10 45	3	1	СФ	+12	8	2	1240	+40°		510	2	3	Гр.	
					"	+15	358	2	1240							
					"	+16	355	2	550							
					"	+ 6	3	2	1380							
					"	+ 8	1	2	550							
					"	+ 7	318	2	1720							
					"	+ 9	315	2	1240							
					"	+ 4	4	2	1100							
					"	+ 6	351	2	1380							
					В	+ 6	351	2	140							
					"	-21	40	2	140							
					"	+ 4	4	2	140							
XI.1	8 00	8 10	3	1	СФ	+ 9	14	3	1240							Гр.
					"	+16	2	3	1240							
					"	+11	358	3	550							
					"	+18	357	3	510							
					"	+13	12	3	820							
					"	+10	325	3	1720							
					"	+ 6	320	3	1100							
					"	+11	8	4	1100							
					В	-33	323	2	140							
					"	+13	12	2	140							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

211

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										W	E					
1941 XI.2	7 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	3	1	СФ	+12°	13°	3	1240	-18°		340	2	2	Гр.	
					"	+17	359	3	1240							
					"	+17	1	3	510							
					"	+14	358	3	510							
					"	+12	20	3	510							
					"	+16	13	3	820							
					"	+4	359	5	2070							
					"	+9	319	4	860							
					"	+13	318	4	550							
					"	+11	5	4	1100							
5	6 00	6 10	3	1	СФ	+2	352	4	550	+14 +29	+2°	410	1	3	Гр.	
					"	+3	345	4	820		-20	480	4	2		
					"	+4	346	4	820				340	2		2
					"	+10	320	4	820				210	2		3
					B	-39	328	2	150							
10	7 40	7 55	3	3	СФ	+18	182	2	1180	+7	-14	340	2	2	Гр.	
					B	-20	222	3	170				340	2		3
					"	-13	227	3	170							
					"	+8	182	4	620							
11	5 30	5 45	3	2	СФ	+19	184	2	1380	-14		340	2	1	Гр.	
					B	-20	225	3	140							
					"	-16	231	3	140							
					"	+19	184	4	620							
13	5 45	6 00	3	1	СФ	+34	125	2	820	+15 +29 +9	+15	510	2	2	Гр.	
					"	-3	133	3	1380		+29	410	2	2		
					"	+13	155	4	1550		+9	210	2	2		
					B	+29	185	4	620							
					"	-49	162	3	140							
					"	-23	221	3	140							
17	5 50	6 05	3	0	СФ	-3	126	2	820	-29	+35 +16 +7	930	2	2	Гр.	
					"	-6	128	2	820				260	2		1
					B	+9	83	3	420				310	2		2
					"	+22	183	3	280				310	3		2
18	5 50	6 05	3	4	СФ	+9	155	3	2070	+2 +16	+16 -16	620	1	3	Гр.	
					"	-8	135	4	2070				520	2		3
					"	-12	141	3	1380				210	2		3
					B	+8	87	2	420				690	2		3
23	6 00	6 20	3	0	СФ	-17	319	4	1380	+5 -12	+5	260	2	2	Гр.	
					"	-18	331	4	1380		-12	210	2	1		
					"	-19	335	4	1380							
					"	-5	338	3	620							
					"	+7	355	4	820							
					"	+5	340	4	1380							
					B	-19	335	3	140							
					"	-3	357	4	310							

214

Ш. М. Чхандзе и Н. М. Георгобнани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	L	J	S	Прогнозирования					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1942																
I 9	5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	3	СФ	-17°	141°	3	820							Гр.
					"	-12	159	3	1380							
					В	+8	168	4	210							
					"	+23	187	3	170							
					"	-4	108	3	310							
					"	-1	101	4	140							
12	8 45	9 00	2	3	СФ	-4	128	2	2100		+ 3°	260	2	3	Гр.	
					"	-13	128	2	260	+ 8°	- 2	430	2	3		
					"	-5	136	2	2100			510	1	2		
					"	-21	162	2	1380							
					"	-10	143	2	340							
					"	-4	147	2	510							
					"	-12	154	2	1380							
					В	-7	36	2	140							
					"	+9	112	2	310							
					"	+4	120	2	210							
					"	-21	162	2	140							
					"	-2	181	2	140							
					"	-7	166	2	90							
18	9 00	9 15	3	0	СФ	+21	4	4	2100		-14	340	2	1	Гр.	
					"	+18	1	4	1100		-29	340	2	1		
					В	+36	60	4	140	- 3		510	1	2		
					"	-21	345	4	340							
					"	+2	340	4	170							
II 14	7 40	8 00	3	2	СФ	+24	331	3	170	-29		85	2	2	Гр.	
					В	+31	338	3	85	-36		430	2	2		
					"	+34	65	1	510	0		85	2	2		
					"	-9	333	1	210	+25		100	2	1		
										+29		85	2	2		
19	12 10	12 20	2	3	СФ	+24	342	2	600		+14	360	2	2	Гр.	
					"	+25	343	2	720		+ 8	310	2	2		
					"	+26	337	2	720		-17	460	1	2		
					"	+10	254	3	340		-20	410	2	2		
					"	-1	340	4	1700	+21		620	2	3		
					В	-11	358	2	140	+27		550	2	3		
					"	+31	323	2	140							
20	8 45	9 00	3	3	СФ	+23	347	2	600		-32	210	2	1	Гр.	
					"	+19	347	2	720		-24	210	2	1		
					"	+21	345	2	820	+19		510	2	3		
					"	-3	338	4	1100	+30		210	2	3		
					"	-2	346	4	1380	+31		210	2	2		
					"	+15	254	3	820		+22	340	2	2		
					"	+14	256	3	820		+20	210	2	2		
					"	+14	11	4	1380							
					"	+22	23	2	550							
					В	+2	256	2	280							
					"	+30	355	2	280							
					"	+22	23	2	140							
					"	-11	244	3	100							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили..

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1942 II.24	12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	1	СФ	+18°	202°	3	410	-11° +13	+3°	340	2	1	Гр.	
					"	+17	198	3	820		+6	210	2	1		
					"	+15	196	3	2100		-51	310	2	2		
					"	+17	253	2	1380			140	1	1		
					"	+17	258	2	1380			210	2	1		
					"	+6	186	3	820							
					"	-14	182	3	1380							
					"	+2	200	3	820							
					В	-6	245	2	210							
					"	+18	202	2	140							
					"	+2	200	2	140							
					"	+6	186	2	170							
III.12	8 00	8 15	1	0		-8	30	3	410	-35		210	2	1	Гр.	
					"	+36	352	2	170							
13	8 20	8 35	2	2	СФ	+20	358	3	820	-19		210	2	3	Гр.	
					"	+1	342	2	510	-14		210	2	3		
					В	+20	358	2	140	+9		280	2	2		
					"	+4	24	3	410							
					"	+21	318	2	170							
15	10 30	10 40	2	2	СФ	+16	7	3	1400	-10	-1	340	2	3	Гр.	
					В	+14	353	2	170				210	2	1	
					"	+19	341	2	140							
17	8 30	8 40	2	2	СФ	+14	287	4	2100		+17	340	2	3	Гр.	
					"	+7	16	5	510		+8	210	2	1		
24	10 45	10 55	3	0	СФ	+8	194	4	2060	+10		510	2	3	Гр.	
					"	+15	198	4	830	-2		210	1	2		
					"	+9	197	4	410	-6		210	2	1		
					"	+17	190	4	620							
					"	-1	261	4	2060							
					"	+1	266	3	550							
					"	+13	297	4	1700							
					"	+8	250	4	1100							
					"	+12	247	4	720							
					"	+15	246	4	510							
					В	+26	240	2	280							
					"	+21	212	2	340							
					"	+9	272	2	170							
27	12 45	13 00	3	3	СФ	+20	195	3	550	+3 +6	-30	340	2	3	Гр.	
					"	+21	199	4	1340		-31	280	2	3		
					"	+18	202	5	820		-54	410	2	3		
					"	+19	206	2	510			340	2	3		
					"	+17	248	4	260			210	2	3		
					"	+17	255	3	460							
					"	+14	249	3	210							

216

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1942 III.27	12 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+ 8°	270°	3	690						Гр.
					"	+ 6	267	3	1650						
					"	- 4	257	4	2070						
					"	+ 9	225	4	1030						
					"	+ 6	237	4	820						
					"	- 8	179	4	1380						
					В	+ 6	267	4	210						
					"	+ 9	225	4	140						
					"	+ 6	237	4	170						
					"	- 8	179	4	140						Гр.
28	4 45	5 05	4	3	СФ	+23	167	4	690						
					"	+27	156	4	860		-26°	340	2	3	
					"	+28	177	4	510		-30	210	2	3	
					"	+19	196	4	1700		-42	210	2	1	
					"	+18	197	4	2070		-46	210	2	3	
					"	+18	207	3	820	-20°		210	2	3	
					"	+ 7	263	4	1650	-15		210	2	3	
					"	+13	252	3	430	-13		510	2	3	
					"	+11	254	3	210						Гр.
					"	- 9	253	4	1380						
					"	-14	269	4	2100						
					"	-17	132	3	340						
					В	-41	136	4	210						
					"	+34	163	4	280						
					"	+ 7	263	3	210						
					"	+28	177	4	170						
					"	+27	156	4	170						Гр.
					"	+23	167	4	140						
29	6 30	6 45	3	3	СФ	+19	171	3	820	+ 5		260	1	2	
					"	+17	146	2	210						
					"	+42	215	2	820						
					"	+36	221	2	690						
					"	+29	242	2	550						
					"	+13	249	4	1030						
					"	+27	206	4	210						Гр.
					"	+23	197	4	550						
					"	+21	210	4	820						
					"	+17	209	4	510						
					"	+ 3	240	3	1380						
					"	-17	256	2	820						
					"	-12	128	2	280						
					"	+19	201	3	340						
					В	-29	131	4	210						Гр.
					"	+19	171	4	140						
					"	+42	215	4	140						
					"	+36	221	4	170						
					"	+29	242	4	170						



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили

217

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	I		
										W	E					
1942																
IV.7	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	13 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	5	2	СФ	- 1°	34°	4	340		+29°	620	2	4	Гр.	
					"	+ 1	35	4	280		+27	550	2	4		
					"	+12	102	4	310		- 1	620	3	4		
					"	+ 5	26	4	280		- 6	690	2	4		
					"	+12	98	4	340		-14	690	2	4		
					B	-49	357	4	140		-23	690	2	4		
					"	-41	117	4	340		-24	340	2	4		
					"	-27	116	4	140		-27	340	2	4		
					"	-27	131	4	140		-30	620	2	4		
					"	+ 6	1	4	170		-34	280	5	3		
					"	+15	119	4	140	-35°		280	2	3		
					"	+39	37	4	210	+ 4		260	2	3		
					"	+38	7	4	170	+ 5		340	2	3		
10	4 45	4 55	3	2	СФ	+ 6	36	4	340		-40	260	2	2	Гр.	
					"	+ 6	34	3	340	-41		1200	2	3		
					"	+ 5	37	4	260	-31		520	2	3		
					"	+ 3	36	4	340	+ 4		340	2	2		
					"	+ 2	37	4	340							
					B	+13	330	4	280							
					"	+48	34	4	210							
					"	-29	6	4	210							
					"	+19	354	4	210							
11	4 35	4 50	3	3	СФ	+ 3	36	4	620		-29	210	2	2	Гр.	
					"	+ 2	34	4	340	-40		1200	2	3		
					"	+ 1	38	4	720	-28		840	2	3		
					B	-31	9	4	210	+ 4		210	2	2		
					"	- 1	349	4	170							
					"	+13	334	4	280							
					"	+28	19	4	170							
					"	+41	36	4	210							
12	8 35	8 50	3	1	СФ	- 2	36	4	1380		+ 8	210	2	2	Гр.	
					"	- 3	40	4	1380		+ 5	210	2	2		
					"	+16	298	3	830		-17	210	2	2		
					"	+14	309	3	410							
					"	+ 5	295	2	260							
					B	- 7	352	4	170							
					"	+16	358	4	170							
					"	+40	34	4	170							
					"	+ 5	43	4	170							
					"	+14	331	3	170							
20	6 40	6 50	3	0	СФ	- 2	221	3	690		-32	340	2	3	Гр.	
					"	+19	220	3	310	+ 1		210	2	3		
					"	+16	286	3	410							
					"	+24	290	3	690							
					"	+17	298	4	1450							
					"	+15	308	3	690							
					"	+16	171	4	620							

218

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобинани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1942																
IV.21	9 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+ 5°	298°	2	640	-48°		215	1	1		К.
					"	+16	295	3	970							
					"	+19	284	3	430							
					"	+21	294	2	215							
					"	-15	226	3	60							
					"	-12	226	2	60							
					"	-1	218	3	860							
					"	+13	179	2	320							
					"	+10	217	2	215							
					"	+11	225	3	60							
					"	+11	227	2	260							
22	5 12	5 27	3	2	СФ	+ 2	304	3	1290							К.
					"	-1	301	3	1720							
					"	-1		3	860							
					"	-3	229	3	215							
					"	-4	233	2	215							
					"	+14	224	4	970							
					"	+11	228	3	110							
					"	+13	233	3	430							
					"	+20	189	4	860							
					В	+10	308	2	50							
25	5 00	5 16	3	2	СФ	+31	227	4	480							К.
					"	+5	224	3	1290							
					"	+12	230	4	320							
					"	+5	231	4	690							
					"	-1	227	4	1720							
					"	+18	176	3	430							
26	5 40	5 53	3	3	СФ	-3	230	3	1290							К.
					"	-2	220	3	690							
					"	+5	235	4	430							
					"	+9	224	2	215							
					"	+23	190	4	860							
V.3	6 06	6 23	2	3	СФ	-6	55	4	1290							К.
					"	+10	121	2	215							
					"	+8	131	2	110							
4	10 38	10 55	3	2	СФ	+20	130	4	860	+35		400	2	2		К.
					"	+8	45	3	215	+28		160	2	3		
										+8		50	2	2		
											-17°	50	2	2		
											-14	30	2	3		
10	7 20	7 35	4	3	СФ	-15	57	4	645	-29		40	2	3		К.
					"	-20	56	4	130	-28		30	2	3		
					"	+8	288	3	110	-20		20	2	2		
					"	+14	207	3	645		-15	100	1	3		
					В	-20	294	3	1030		-9	80	2	3		
					"	-15	57	4	645							

## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

219

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1942 V.14	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	4	0	СФ	+ 4°	274°	4	1290		+20°	130	2	2	К.
					"	+ 5	290	4	1030		+21	155	2	2	
					"	+23	308	3	170		+28	60	2	2	
					"	+18	292	3	520	+36°		60	2	2	
					"	+16	1	3	520	+14		110	2	3	
					"	- 3	265	3	1370	-14		60	2	2	
					"	+ 8	306	3	260						
					В	+ 3	256	4	260						
					"	+ 5	238	3	215						
					"	+22	219	2	410						
18	5 15	5 30	3	3	СФ	-22	185	3	830		-35	690	1	4	Гр.
					"	+21	176	3	830		-21	340	2	1	
					"	+21	188	3	510						
					"	+24	188	3	550						
					"	-10	129	3	340						
					"	+19	235	3	430						
					"	+23	242	3	510						
					"	+19	245	3	280						
					"	+ 5	272	3	1650						
					В	-22	185	4	140						
					"	+28	207	4	210						
					"	+ 7	263	4	170						
					"	+ 5	253	4	210						
					"	+24	188	3	140						
					"	+23	242	3	140						
					"	+19	245	2	140						
21	5 15	5 25	3	2	СФ	+19	183	2	210		-55	550	2	3	Гр.
					"	+18	176	2	340						
					"	- 3	265	4	2100						
					В	-32	168	4	620						
					"	+20	188	2	140						
					"	+29	203	2	410						
					"										
					"										
					"										
					"										
23	6 50	7 10	3	2	СФ	+23	186	2	280		-15	210	2	3	Гр.
					"	+23	178	2	340		-18	210	2	2	
					"	+13	124	4	1000		-21	210	2	2	
					"	+ 9	131	4	690		-23	210	2	2	
					"	+ 4	133	4	690		-50	340	2	2	
					В	+24	187	3	140		-55	340	2	1	
					"	+29	212	4	620	- 5		210	2	1	
					"	-25	160	4	410	+ 6		210	2	1	
					"	+ 4	133	4	140	+14		210	2	1	
					"										
30	4 55	5 15	3	3	СФ	-14	46	1	550		-36	340	2	3	Гр.
					В	+ 8	129	2	140		- 5	100	2	1	
					"	+ 4	46	3	140		+33	210	2	1	
					"					-26		1380	2	4	
					"					-30		1380	2	4	

220

Ш. М. Чхидзе и Н. И. Георгобiani

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	j	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	j		
										W	E					
1942																
V. 31	11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	2	1	В	+ 8°	47°	2	140		+ 21°	340	2	3	Гр.	
					"	- 47	123	2	140		+ 24	550	2	3		
										+ 4°	+ 30	550	2	3		
										- 31		210	2	2		
												1380	2	4		
VI. 1	4 50	5 05	3	2	СФ	- 4	53	2	550		- 49	340	2	3	Гр.	
					В	+ 6	47	2	170		+ 25	510	2	2		
					"	+ 9	59	2	100		+ 29	510	2	2		
					"	+ 9	4	2	140	+ 18		620	2	2		
					"	- 29	19	2	210	- 21		260	2	2		
					"	- 25	41	2	140	- 37		1380	2	3		
					"	- 46	4	2	140							
					"	- 47	86	2	140							
					"	+ 54	45	2	140							
2	8 15	8 30	3	0	СФ	+ 8	349	2	210		- 46	340	2	3	Гр.	
					В	+ 32	38	2	140		- 9	340	2	1		
					"	- 30	19	2	140		- 3	280	2	1		
					"	+ 9	53	3	210		+ 16	210	2	3		
					"	+ 28	68	1	140		+ 18	520	2	3		
					"	+ 3	64	2	140	+ 8		620	4	3		
										+ 14		210	2	1		
										- 5		3100	3	3		
										- 9		260	5	2		
										- 10		340	2	3		
3	4 45	4 55	2	2	СФ	+ 15	351	3	210		- 3	210	2	2	Гр.	
					В	+ 45	88	2	140		+ 1	600	2	3		
					"	+ 16	51	3	310		+ 2	520	2	3		
					"	+ 12	59	2	140		+ 8	210	2	1		
										+ 25		210	2	2		
										- 27		210	2	1		
4	12 55	13 05	3	0	СФ	+ 10	337	3	360		- 17	210	2	1	Гр.	
					В	+ 38	335	2	140	- 49		280	2	2		
					"	+ 21	326	2	140							
					"	- 13	47	3	310							
					"	- 51	312	2	140							
					"	- 11	32	2	140							
					"	- 27	18	2	140							
6	12 00	12 15	3	0	СФ	+ 18	344	3	420		+ 5	560	4	3	Гр.	
					"	+ 14	345	3	420		- 3	280	1	3		
					"	- 14	48	3	1120		+ 25	520	4	3		
					"	+ 11	281	3	560							
					В	- 29	20	3	140							
					"	+ 44	336	3	140							
					"	- 14	48	3	170							
					"	- 38	318	4	280							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

22 Г

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1942 VI.9	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	2	1	СФ	+22°	339°	2	340		-21°	340	2	3	Гр.
					"	+26	351	1	210		-16	340	2	3	
					"	-11	251	2	280	+21°		420	2	1	
					"	-2	257	2	340	+18		210	2	3	
					"	-4	267	2	280						
10	8 30	8 40	3	0	СФ	+12	342	2	340	-27		210	5	2	Гр.
					"	+9	349	2	280	-17		340	2	3	
					"	-5	252	4	520	-13		210	2	3	
					"	+2	264	3	340	+16		210	2	2	
					"	-11	237	2	280						
					"	+34	253	2	280						
					"	+15	218	2	280						
11	8 10	8 20	2	0	СФ	+12	345	2	210		-34	280	2	3	Гр.
					"	+13	338	2	420	+28		210	2	3	
					"	-4	229	2	310	-31		860	5	2	
					"	+1	255	2	620	-35		100	2	2	
					"	+4	265	2	420						
					"	+34	252	2	140						
12	13 10	13 30	3	2	"	-18	228	3	310	-5		210	2	2	Гр.
					"	-6	249	3	620	-2		210	2	1	
					"	-1	262	3	420	-25		680	2	1	
					"	-11	331	3	140		-29	340	2	2	
					"	+35	271	3	140		-31	210	2	2	
13	8 10	8 20	3	2	"	-15	227	3	310	-35		100	2	3	Гр.
					"	+4	253	4	620	-31		100	2	3	
					"	+4	261	3	210	+1		210	2	3	
					"	-40	257	3	340	+44		100	2	1	
					"	+22	207	3	280	-28		340	2	1	
14	8 40	8 50	2	4	СФ	+18	215	3	280						Гр.
					"	-15	231	3	310						
					"	+18	215	3	170						
					"	-4	255	3	620						
					"	-5	262	3	310						
					"	-12	199	3	170						
15	8 10	8 20	3	3	СФ	-5	194	2	280		+1	210	2	3	Гр.
					"	-26	185	2	140		-3	210	2	3	
					"	-5	194	2	170	+18		210	2	3	
					"	-15	227	3	310						
					"	-19	263	3	310						
					"	+22	211	3	170						
16	4 40	4 50	3	3	СФ	+18	182	3	280		-13	100	2	3	Гр.
					"	+13	235	3	420		-10	100	2	3	
					"	+18	182	3	170		-6	100	2	2	
					"	-6	192	3	140		+9	100	2	1	
					"	-29	180	3	280		+14	210	2	1	
					"	+7	250	3	210	+20		100	2	1	
					"	-12	268	3	410	-47		340	5	3	
					"	-13	225	3	310						

222

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$		
										$W$	$E$					
1942																
VI.17	8 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	2	2	СФ	+ 6°	140°	3	340		+ 8°	140	2	2	Гр.	
					В	-30	174	2	280		+17	210	2	2		
					"	-27	188	2	140		+19	140	2	1		
					"	-16	229	3	620	-46°		420	5	4		
					"	-9	267	2	280							
					"	-5	254	3	210							
18	8 05	8 20	3	0	СФ	+10	134	4	560		- 9	260	2	2	Гр.	
					"	+ 8	147	3	280		- 4	260	2	1		
					В	- 1	256	3	620	-17		430	2	3		
					"	-14	228	4	620	-21		140	2	2		
					"	-21	187	4	140	-47		310	2	3		
					"	+11	58	4	310							
					"	-22	237	2	140							
					"	+17	127	2	280							
19	7 25	7 40	3	2	СФ	+14	135	3	860		- 9	140	2	1	Гр.	
					"	0	157	3	360		- 5	210	2	1		
					В	-12	138	3	170	+24		210	2	2		
					"	+23	117	3	280	+15		140	2	2		
					"	-13	228	3	420	+10		100	2	2		
					"	+29	214	3	620	- 1		860	5	3		
					"	-20	183	3	140	-18		840	5	3		
										-21		210	2	3		
										-31		210	2	3		
20	8 10	8 20	3	3	СФ	+11	133	3	260	+16		100	2	2	Гр.	
					"	+ 7	136	3	280	+ 5		100	2	1		
					"	- 7	159	3	210	- 7		100	2	1		
					"	+13	233	3	340	-11		210	2	1		
					В	+23	208	3	340	-31		210	2	1		
					"	-26	236	2	340	-29		210	2	1		
					"	+15	117	3	340	-36		210	5	2		
										+25		210	2	2		
21	5 10	5 30	2	3	СФ	+ 9	135	4	1400	+26		100	2	1	Гр.	
					"	+ 8	191	2	280	+18		100	2	2		
					"	- 7	154	2	280	+ 4		100	2	2		
					В	-24	105	2	140		+20	140	1	1		
					"	+18	119	4	310							
					"	+24	205	3	280							
22	8 10	8 20	2	3	СФ	+ 6	131	3	2800		-29	210	2	1	Гр.	
					"	+ 7	139	3	280		- 5	340	2	2		
					"	+ 1	186	3	360	+14		280	2	2		
					В	- 7	194	3	280							
					"	+25	201	3	340							
					"	-18	91	2	280							
23	8 10	8 20	3	3	СФ	+15	133	3	560		-13	3100	5	4	Гр.	
					"	+12	139	3	280	+23		1380	4	4		
					"	- 4	62	3	260	+16		960	4	4		
					В	+25	119	2	140							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

223

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$j$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1942 VI.24	8 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	3	CФ	- 3°	125°	2	210	+29°		140	2	4	Гр.
					"	+ 5	124	2	280	+22		680	2	4	
					"	+ 8	129	2	280	+19		480	2	3	
					"	+10	123	2	280	- 3		1700	4	3	
					"	- 4	46	4	260	-16		210	2	2	
					B	-14	43	2	140	-27		520	2		
					"	+ 9	45	2	140						
					"	- 4	112	2	140						
25	6 10	6 20	2	3	CФ	+ 6	139	4	560	+23		520	2	3	Гр.
					"	+ 7	141	3	140	-31		310	2	2	
					"	-11	148	3	340	-36		210	2	1	
					"	- 6	50	3	310						
					B	- 6	94	2	140						
					"	+ 5	53	2	280						
26	6 10	6 20	2	3	CФ	+ 6	133	4	480		-44°	280	4	2	Гр.
					"	- 6	148	4	430	+32		100	2	1	
					B	- 7	135	3	140						
					"	-37	57	3	140						
27	4 45	4 55	2	3	CФ	+ 9	127	4	680	-12		140	2	3	Гр.
					"	+ 4	138	4	360	-48		140	2	1	
					B	-36	53	3	140						
					"	+23	118	2	140						
28	4 20	4 40	2	3	CФ	+ 4	125	2	420		+25	140	2	1	Гр.
					"	+ 3	130	2	170	+38		210	2	2	
					B	+29	121	1	140						
					"	-34	51	3	140						
29	4 45	5 00	2	3	B	- 5	96	2	140		-39	100	2	1	Гр.
					"	+11	24	4	210						
30	7 15	7 30	2	3	B	+ 3	54	2	140						Гр.
					"	+ 1	25	2	280						
VII.1	5 50	6 00	3	3	B	-26	21	2	210		0	100	2	3	Гр.
					"	-12	20	2	140	+ 1		620	1	3	
					"	+ 3	56	2	280						
					"	+13	71	2	140						
4	4 45	4 55	3	3	CФ	- 9	349	2	420		-37	140	2	2	Гр.
					"	-10	350	2	280	+ 1		210	2	1	
					B	-11	31	2	170	-47		360	2	3	
12	5 15	5 25	2	3	CФ	-22	299	2	340		-35	210	2	2	Гр.
14	11 55	12 02	2	2	CФ	- 6	146	2	1380						К.
15	6 00	6 05	3	2	CФ	+12	135	2	210	+17		360	2	4	К.
					"	+13	177	2	1380						

224

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобнани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1942															
VII.16	5 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	3	3						0°		50	2	2	
17	5 48	5 57	4	1	СФ	— 9°	141°	2	860	+ 9		50	2	2	К.
					"	+24	223	2	310	—10		50	2	2	
										—46	—28	40	2	3	
												100	1	2	
21	9 30	9 38	3	1	СФ В	— 6 — 1	134 144	2 3	2100 830	+28 +26		50 100	2 2	2 3	К.
											—17 —15	300 100	2 2	3 3	
22	8 30	8 40	2	3	СФ "	—13 — 3	162 34	5 3	1040 690	—33 —37 —38 —55		210 210 210 130	2 2 2 2	1 1 1 1	Гр.
23	6 15	6 25	1	3	СФ "	—23 — 6	160 27	4 2	620 600	—34 —38 —39		210 210 210	2 2 2	2 2 2	
26	6 25	6 35	2	3	СФ	+ 5	92	1	340		— 1 —46 —45	260 520 550	2 2 2	1 3 3	Гр.
27	6 15	6 25	2	3	СФ	—22	54	2	270	+12	—46	690 260	2 2	3 3	
28	8 35	8 45	2	3	СФ	— 7	30	1	340		—49	410	2	3	Гр.
29	4 50	5 05	2	3	СФ	0	311	3	210		—55 — 9 — 4	410 210 210	2 2 2	2 2 2	Гр.
31	8 05	8 15	3	3	СФ "	— 3 —12	299 292	2 3	260 620		—14 —39	130 100 100	2 2 5	3 2 1	
										+48 —41 — 2		310 100	4 2 2	2 2 2	
VIII.3	13 05	13 25	3	1	СФ " " В "	+ 8 +19 + 2 +22 +19	242 288 303 250 288	4 2 3 3 3	520 340 260 140 140		+28 — 2 +23 +12 — 8 +10 +22	170 1200 210 680 140	2 3 2 2 2	3 4 3 3 1	Гр.
												520 260	1 2	3 3	



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

225

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1942 VIII.4	4 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	2	2	CФ	- 1°	301°	2	260		+35°	260	2	2	Гр.
					"	+ 6	302	2	340		+24	2600	4	2	
					B	-48	255	2	100						
					"	+ 6	302	2	100						
5	12 35	12 50	2	3	CФ	- 9	292	2	340		+ 8	260	2	2	Гр.
					"	+14	225	2	520	-29°		210	2	2	
					"	+ 2	298	3	170						
					B	-30	296	3	170						
					"	-46	255	3	170						
6	8 30	8 40	1	3	CФ	- 5	300	2	600						Гр.
					"	- 7	304	2	210						
					"	- 5	221	1	480						
					B	- 5	221	2	120						
					"	-58	323	2	170						
					"	-52	257	2	170						
7	12 40	12 55	4	3	CФ	- 6	300	2	480		+17	30	2	2	Гр.
					"	- 7	296	3	210		+15	100	2	3	
					"	+ 9	235	3	340		+ 8	30	2	2	
					"	+ 7	233	3	240	-49		100	2	1	
					B	+14	224	2	140	-51		30	2	1	
					"	+ 3	299	2	140	-54		100	2	2	
					"	-56	254	3	140	-57		100	2	1	
8	4 35	4 45	3	3	CФ	- 3	300	2	420		+24	260	2	2	Гр.
					"	+13	232	3	1200		+18	600	2	4	
					"	- 7	300	2	140		+10	210	2	3	
					B	-47	250	3	280	-60		360	2	3	
					"	- 4	221	3	50	-49		210	2	3	
					"	+ 3	291	2	170	-46		100	2	2	
										-12		50	2	1	
										+34		210	2	3	
9	4 25	4 40	3	3	CФ	+12	233	4	820		+10	200	2	3	Гр.
					"	+ 9	234	4	300	-55		520	2	3	
					B	-51	254	2	140	-50		100	2	3	
					"	- 2	297	3	100	- 3					
10	8 15	8 25	3	3	CФ	+10	230	3	1600	+ 3		50	2	2	Гр.
					"	+11	235	4	270	+ 4		70	2	3	
					B	+19	255	4	210	-50		140	2	1	
					"	+18	163	2	50	-53		520	2	3	
11	6 50	7 00	2	2	CФ	+13	340	4	340	-46		680	2	3	Гр.
					"	+17	240	3	240						
12	8 15	8 30	2	2						-50		210	2	2	Гр.
										-28		270	2	2	
										+9		340	2	1	

15. აბასთ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1942 VIII.15	8 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	2	3	СФ В	+14° +11	94° 90	1 4	210 210		-13° -18 -37	100 140 1100	2 2 5	1 2 3	Гр.
										-25° -24		100 430	2 2	3 3	
16	8 20	8 30	2	3	СФ В	+ 8 + 2	105 101	2 2	280 140		-13	100 50	2 2	2 1	Гр.
17	4 45	4 55	2	3	СФ В "	+ 9 + 7 -11	101 90 62	1 4 3	210 210 100		+22	50 50 100	2 2 2	3 2 3	Гр.
										-57 +21 +23 +36		100 310 140	2 2 2	3 3 2	
18	4 45	5 00	2	3	В " " "	+ 6 +10 -20 - 8	148 151 65 94	1 2 2 1	100 100 140 140		-26	420 360 140	2 2 5	3 2 1	Гр.
										+19 +25					
19	8 10	8 20	2	3	В " " " "	-36 +20 +13 -36 -11	88 158 154 63 153	2 3 3 2 2	100 140 140 210 100		- 8	100 210	2 1	2 2	Гр.
										+11					
21	7 35	7 45	3	3	СФ	0	117	4	840		+41	260 210	2 2	3 2	Гр.
										+ 9					
24	6 40	6 50	3	3	СФ " " " В " "	+ 4 -14 -13 + 6 - 7 + 6 + 2	2 40 43 355 351 355 5	3 3 3 3 3 2	620 260 160 520 310 140 140		-34 -22 -23 -48	260 260 260 210 260	2 2 2 1 2 2	2 2 2 2 2	Гр.
										-15					
26	7 00	7 15	3	1	СФ " " " В "	-13 -10 + 6 +10 + 6 -53 -42	43 43 0 357 357 324 320	5 4 2 3 3 3 3	1200 100 260 100 210 280 280		+17 + 4	100 100 100 100	5 1 2 2	1 3 3 1	Гр.
										-26 -21 -11					
27	6 25	6 35	4	2	СФ " " " В " "	- 3 + 7 + 2 + 5 - 3 + 7 + 5	47 293 43 6 47 293 6	4 3 2 3 3 2 2	340 690 210 1030 30 120 100		-31	50 30 30 30	2 2 2 2	2 2 2 2	Гр.
										+13 +19 +20					

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

227

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$		
										$W$	$E$					
1942																
VIII.28	12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	4	3	CФ	- 6°	256°	4	480	- 6°		210	2	2	Гр.	
					"	0	268	4	690							
					"	+ 4	276	3	340							
					"	- 3	298	4	1030							
					"	+ 6	1	4	1030							
					"	+ 9	352	3	1100							
					"	+ 8	31	5	1030							
					B	+22	275	3	140							
					"	- 3	298	3	170							
29	8 20	8 30	3	3	CФ	- 3	262	3	690	-11		100	2	2	Гр.	
					"	+ 6	270	3	1030	-44		100	2	2		
					"	+ 6	276	3	340							
					"	+ 8	1	3	1030							
					"	+12	359	2	820							
					B	-50	314	3	280							
30	8 25	8 35	1	3	CФ	+ 9	280	2	420	-26°		100	2	2	Гр.	
					"	- 7	263	2	340	-21		100	2	2		
					"	+ 9	276	2	550	-18		100	2	2		
					"	+ 4	2	2	820	+28		210	2	1		
					"	+ 4	356	2	340							
					B	-50	316	3	280							
31	7 20	7 30	1	3	CФ	-11	231	2	520	-10		210	2	3	Гр.	
					"	-11	257	2	620							
					"	+ 3	354	2	360							
					B	-11	257	2	100							
IX.1	6 30	6 40	1	3	B	-50	308	2	210						Гр.	
5	7 10	7 20	1	3	CФ	-10	270	1	100	-58		420	2	3	Гр.	
					B	- 2	260	1	70							
6	5 20	5 28	4	1	CФ	+ 3	264	4	210	-50		50	2	2	Гр.	
					"	+ 4	271	4	280	-48		680	2	2		
					"	+13	267	4	280							
					"	- 9	244	5	280							
					B	+ 3	264	3	100							
					"	- 3	264	3	140							
7	8 10	8 20	2	2	CФ	-12	244	4	1240	-48		260	2	2	Гр.	
					"	- 1	265	2	280	-47		210	2	2		
					"	+ 3	275	2	310		-17	420	5	2		
					B	- 3	265	2	140		-19	690	4	3		
					"	- 1	265	3	100							
8	8 10	8 25	3	2	CФ	- 9	243	5	1030		-14	550	3	3	Гр.	
					B	+16	166	4	140		-21	520	4	3		
					"	+13	173	4	140		-23	120	4	3		
										- 2		50	2	2		
										-16		100	2	2		
										-20		100	2	2		



## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

229

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\Phi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1942																
IX.20	6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	2	2	CФ B	-14° -10	41° 36	2 2	340 210		-38°	260	5	3	Гр.	
21	8 15	8 25	2	1	CФ " " " B	-26 -10 -18 + 4 -31	47 50 46 295 41	3 3 3 5 3	340 1030 280 280 170	-29°		210	2	3	Гр.	
22	9 15	9 25	3	2	GФ " " B	+ 8 - 4 -17 -32	307 58 50 43	5 3 2 4	520 340 210 210	+29 -42		140 520	2 4	1 3	Гр.	
24	4 50	5 00	2	3	CФ	+11	298	4	340	-38 +21		210 210	2 2	2 3	Гр.	
25	8 30	8 40	2	2	CФ	+11	300	4	680	+25		170	2	1	Гр.	
26	8 15	8 25	2	2	CФ " B	+12 +11 +13	303 307 278	4 4 3	680 560 140	-4 -32 -21 +28		50 1040 100 100	2 3 2 2	2 3 2 2	Гр.	
27	8 42	8 48	2	2	CФ " " B	+16 +16 +14 +12	300 307 277 271	3 3 3 2	310 360 160 210	-27 -14		280 100	2 2	3 3	Гр.	
28	8 15	8 25	3	2	CФ " " B "	- 7 +10 +11 - 7 + 7	298 306 306 298 271	4 3 3 4 3	340 340 260 100 170	+ 1 - 9 -18		420 100 170	1 2 2	3 3 3	Гр.	
29	8 15	8 25	2	3	CФ " " B "	+ 4 -14 -17 -12 -70	301 292 298 248 260	3 3 3 3 3	420 340 340 170 80	+13 + 9 + 4 - 4 + 6		140 100 100 420 260	2 2 2 1 1	1 1 1 2 2	Гр.	
30	7 25	7 35	2	2	CФ " " " B	-11 -12 + 7 + 8 -12	293 300 304 301 250	3 3 3 3 3	210 210 340 340 140	+15 +14 +11 -36 +14		100 100 100 170 260	2 2 2 2 1	2 2 2 2 2	Гр.	
X.1	6 25	6 35	3	3	CФ " " B	- 6 -11 + 9 +13	184 296 301 231	3 3 3 3	170 1380 560 340	+22 +18 -38		100 100 280	2 2 2	2 2 3	Гр.	

230

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобнани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1942																
X.6	8h20m	8h30m	2	3	CФ	+ 8°	163°	3	280	+31°		560	4	1	Гр.	
					"	+ 7	153	3	240							
					B	+20	176	3	210							
8	5 20	5 30	2	1	"	+30	173	2	140		+26°	100	2	2	Гр.	
					"	+17	187	2	140							
9	5 15	5 25	2	1	CФ	- 9	78	3	680						Гр.	
					B	+26	17	2	140							
					"	+30	169	2	140							
10	6 25	6 35	2	2	CФ	-16	46	3	100						Гр.	
11	8 20	8 30	2	2	CФ	-11	51	3	280		- 4	210	2	2	Гр.	
					B	+31	162	2	140		-25	100	2	2		
					"	+23	168	2	140		-35	660	2	4		
17	5 40	5 50	2	0	CФ	-14	44	2	210		+30	340	2	2	Гр.	
19	9 15	9 25	2	0	CФ	- 9	45	1	210		+30	340	2	2	Гр.	
23	6 40	6 50	2	2	CФ	+19	8	2	210	-27		210	2	2	Гр.	
										-28		170	1	2		
										-32		310	1	2		
											-47	170	2	2		
24	7 55	8 05	2	3	CФ	+18	5	1	140	-40		420	2	3	Гр.	
										-33		1240	2	3		
26	8 15	8 25	2	3	CФ	- 8	245	3	140	+12		100	2	1	Гр.	
					"	- 7	240	3	70	+ 7		210	2	1		
											-45	680	5	1		
28	7 00	7 10	3	2	CФ	-13	184	3	340		-10	260	2	3	Гр.	
					"	-10	168	4	1240		-34	260	2	1		
					"	- 5	249	3	280							
					"	- 8	244	3	260							
					"	- 7	242	3	260							
					B	-10	168	4	210							
31	6 30	6 40	3	2	CФ	-15	175	3	210		-14	520	5	2	Гр.	
					"	-13	174	3	210	+16		140	2	2		
					"	-12	173	3	340	+25		260	2	2		
					"	-14	167	3	210							
					"	- 7	176	2	310							
					"	-25	153	2	260							
					B	- 7	176	2	140							
					"	-25	153	2	140							
XI.2	5 20	5 30	3	3	CФ	-10	180	3	280		- 1	210	2	1	Гр.	
						- 6	173	4	1040	-50		840	3	2		
						- 3	179	3	680							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили..

23 г

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1942																
XI.2	5 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	3	3	СФ	— 6°	171°	3	100							Гр.
					"	—12	166	3	420							
					"	—13	177	2	140							
					"	—12	240	3	310							
					В	— 3	179	4	140							
					"	— 6	173	4	310							
					"	—12	166	3	140							
8	8 05	8 15	2	3	СФ	— 8	47	2	210	+ 9°		350	2	2		Гр.
					"	— 8	173	4	560	—11		210	2	2		
					"	— 6	164	4	310							
					В	— 8	173	4	170							
XII.7	7 10	7 18	2	0	СФ	—14	65	2	420							К.
					"	— 6	73	2	350							
13	10 40	10 50	4	0	СФ	+20	0	4	160							К.
					"	—38	49	3	560							
					"	—10	55	4	980							
14	11 15	11 26	3	0	СФ	+20	356	4	160	—44	—15°	130	5	2		К.
					"	+15	355	3	980			110	2	2		
					"	+27	41	3	2190							
					"	—18	43	3	2190							
					"	—38	312	3	980							
15	7 10	7 20	4	0	СФ	— 2	317	2	350		— 7	130	5	3		К.
					"	+12	360	3	160		—12	90	2	3		
					"	+43	293	2	840	—41		160	2	3		
					"	+ 3	5	3	610							
16	6 25	6 34	3	0	СФ	+39	265	3	660		—11	90	2	2		К.
					"	—12	350	2	1180							
17	7 05	7 11	3	0	СФ	+16	249	2	370							К.
					"	—25	1	2	350							
					В	+58	265	2	330							
19	8 00	8 11	3	0	СФ	+38	214	3	760							К.
					"	+30	343	3	210							
					"	—40	271	2	180							
					"	+50	212	2	350							
					В	+58	258	3	350							
22	6 45	7 00	4	0	СФ	— 1	305	3	390		—35	530	5	4		К.
					"	+65	174	3	350		—26	470	5	4		
					"	+11	210	2	420	+12		260	1	4		
					"	—28	173	2	980	+ 2		260	5	3		
										— 2		130	2	3		
										—24		530	1	4		

232

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобнани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1942																
XII.27	11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	1	СФ	+12°	152°	2	340		-36°	210	2	2	Гр.	
					"	+13	148	3	280		-39	210	2	2		
					"	+5	181	2	210	-32°		210	2	1		
					"	-8	172	2	170							
					"	-4	177	3	210							
28	6 40	6 50	2	1	СФ	+10	152	2	280		-27	260	2	3	Гр.	
					"	+9	148	2	210	-39		560	4	3		
					"	+4	142	3	340	-11		210	2	2		
					"	-9	153	2	170							
29	7 30	7 40	2	2	СФ	+10	148	2	280	-16		260	2	2	Гр.	
					"	+9	148	3	520	+13		210	2	1		
					"	-5	192	3	340		+17	680	2	3		
					"	-13	177	3	210							
					"	-17	168	3	170							
30	8 05	8 15	2	2	СФ	-14	151	2	280		-24	140	2	2	Гр.	
					"	+16	147	2	340		+24	260	2	2		
					"	-13	173	2	210	-15		140	2	1		
					"											
31	7 20	7 30	2	1	СФ	+7	155	2	280		+9	620	1	3	Гр.	
					"	+5	146	2	260							
					"	+23	80	2	140							
					"	-18	181	2	170							
1943																
I.1	6 20	6 35	2	4	СФ	+7	151	2	340	-11		210	2	2	Гр.	
					"	+6	146	2	280		+19	210	2	2		
					"	-16	143	2	170							
					"	+27	73	2	140							
					"	-21	55	2	140							
3	6 00	6 10	2	3	СФ	+9	150	2	340	-19		310	2	1	Гр.	
					"	+12	147	2	340	-17		210	2	1		
					"					-15		260	2	2		
					"						-2	260	2	2		
7	11 45	11 55	3	2	СФ	-2	316	4	860	-9		140	2	1	Гр.	
10	6 50	6 50	2	2	СФ	+2	324	2	340	+25		620	2	3	Гр.	
					"	-12	359	3	170	+19		140	2	3		
					"					+11		210	2	3		
					"						+25	420	2	3		
II.2	12 40	12 50	2	1	СФ	+2	25	2	210						Гр.	
					"	+1	26	2	210							
					"	+30	352	3	310							
					"											



## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

233

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$j$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1943 II.3	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	3	1	СФ В	+12° +6 +38	24° 9 342	2 2 3	280 280 620		-37°	210	2	2	Гр.
4	6 55	7 05	2	3							-8	420	4	2	Гр.
10	10 30	10 45	4	3	СФ " " " "	+4 +6 +6 -1 -3	278 281 289 280 282	3 4 4 4 3	260 330 400 400 200	+11° +18		250 250 130 130 200 200 200	2 2 2 2 2 2 2	3 3 2 2 2 2 2	Гр.
12	11 25	11 35	3	4	СФ " " В	0 -14 -27 +52 +4	288 283 208 291 279	4 4 2 2 4	820 500 200 170 170		-26 -23 -21	60 70 50	2 2 2	2 2 2	К.
17	7 35	7 45	3	0	СФ "	-2 0	286 281	3 2	100 100	-2 -1		50 70	2 2	3 3	К.
18	11 30	11 50	3	0	СФ	-78	167	3	230	-7 +1 +4		50 50 100	2 2 2	3 3 3	К.
											+13 +11 -42	160 230 150	2 2 2	3 3 3	
19	11 00	11 15	3	2							+3	50	2	3	К.
III.1	12 20	12 30	4	1	СФ " "	+7 +8 +6	93 99 100	2 3 2	330 820 250	-44		300	2	3	К.
2	7 20	7 30	4	2	СФ " "	+1 -2 +32	100 105 80	4 3 2	2000 620 120						К.
4	7 55	8 05	3	1	СФ " "	+9 -61 0	69 25 25	2 2 2	620 250 600	-7 -5		50 100 100	2 2 2	2 2 2	К.
12	7 50	8 00	4	2	СФ " " " " " В	+1 +5 -17 0 -18 -9 0	295 285 280 300 208 334 300	4 4 4 4 4 4 3	1200 1000 1300 250 500 250 150	+33 -21		100 70 70 200	2 2 2 2	2 3 2 4	К.

234

Ш. М. Чкаидзе и Н. И. Георгобiani

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберань					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1943																
III.13	7 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	4	0	СФ	+ 2°	292°	4	1500	+29°		100	2	3	К.	
					"	+ 3	298	4	620	+25		100	2	2		
					"	+ 5	285	4	1200		-46°	120	2	2		
					"	-56	206	3	620		-24	100	2	2		
					"	-7	300	3	330		-20	150	2	3		
					"	-18	181	3	200							
18	5 35	5 45	3	3	СФ	-46	133	3	310		+24	250	2	3	К.	
					"	-1	201	3	820							
					"	+26	211	3	250							
					В	-45	121	3	330							
20	10 30	10 40	3	0	СФ	-14	102	3	120						К.	
					"	-4	215	3	410							
					"	+3	115	4	120							
					"	+7	108	4	200							
					"	+16	110	4	150							
22	7 55	8 05	3	0	СФ	-38	223	3	500		-43	400	3	2	К.	
					"	-37	67	3	330		+31	100	2	3		
					В	-18	209	3	120		+36	250	2	2		
29	4 45	4 55	3	2	СФ	+ 3	97	3	700	-47		920	4	4	К.	
					"	-14	358	3	500							
30	8 05	8 15	2	2	СФ	+ 8	89	2	500	-47		700	4	3	К.	
					"	-5	2	2	800		-7	800	2	3		
31	4 50	5 00	2	4	СФ	+ 5	98	2	250		-6	660	2	3	К.	
					"	-12	2	2	580		-5	350	5	3		
					"	-14	16	2	480		-4	350	5	3		
IV.1	5 15	5 25	2	4	СФ	+ 1	304	4	1800		-8	170	2	2	Гр.	
					"	-14	7	2	800							
					"	-11	2	3	660							
2	12 30	12 40	3	4	СФ	+ 2	296	4	2000	+19		200	2	2	Гр.	
					"	+ 6	296	4	250		+9	300	2	2		
					"	+ 8	299	3	330							
					"	-12	5	2	700							
					"	-14	8	2	260							
3	7 45	8 00	3	4	СФ	+ 5	290	4	1300	+12		130	2	2	Гр.	
					"	+ 4	295	4	250	+18		130	2	2		
					"	+ 4	301	4	200		+6	170	2	2		
					"	-3	296	4	330							
					"	-11	6	3	500							
					"	+3	48	4	250							
					В	-18	298	4	330							
					"	-19	293	4	170							
					"											

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

235

Дата	$t_1$	$t_2$	$g$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$		
										$W$	$E$					
1943																
IV.7	4 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	3	1	СФ	+ 2°	298°	3	1300		-20°	3500	4	4	Гр.	
					"	+ 6	295	2	250		-37	200	2	3		
					"	+ 5	299	2	330		-40	50	2	3		
					"	+ 3	297	2	260		-47	200	2	3		
					В	+ 5	299	3	130							
					"	- 7	293	3	130							
9	13 00	13 10	2	3	СФ	+13	180	3	500	+29°		130	2	3	Гр.	
					"	- 5	299	2	330		-25	200	2	3		
					"	- 2	299	3	250							
					В	-18	208	4	330							
10	4 35	4 55	3	2	СФ	- 2	299	2	300						Гр.	
					"	+ 4	297	4	330							
					"	-16	180	3	660							
					В	- 4	188	3	200							
					"	-16	18	4	410							
11	8 00	8 15	2	4	СФ	-10	178	4	500		-24	200	2	2	Гр.	
					"	- 8	184	4	530		-18	130	2	2		
					"	+ 3	288	3	660							
					В	-13	196	4	350							
17	8 10	8 20	3	0	СФ	+ 3	105	3	930		+21	100	2	2	К.	
					"	+23	170	3	2000		+25	290	2	2		
					"	-17	196	3	410							
					"	-32	189	3	260							
					В	+23	170	3	70							
18	4 25	4 35	4	2	СФ	+ 9	105	4	1000	- 2		120	5	2	К.	
					"	-11	193	4	150		+32	100	2	2		
21	9 15	9 35	3	0	СФ	+ 8	108	5	1100		- 1	200	2	2	Чх.	
					"	+ 9	101	5	920							
					"	+ 9	96	5	410							
					В	+20	91	3	300							
22	5 15	5 30	3	2	СФ	+18	106	4	920	-21		200	2	3	Чх.	
					"	+10	98	4	800	+ 5		200	1	2		
					"	+ 7	95	3	800	+42		170	1	2		
					"	+ 5	93	2	1000		+ 6	250	2	2		
					В	+ 6	94	2	330							
23	5 15	5 30	2	3	СФ	+ 9	119	3	920	+32		130	2	2	Чх.	
					"	+13	112	3	800	-26		330	2	2		
					"	+12	107	3	1100							
					В	+22	106	2	300							
25	8 40	8 55	3	2	СФ	+10	99	3	1000						Чх.	
					"	+11	90	3	660							
					"	+14	83	3	920							
					В	+21	86	3	330							

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$f$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$		
										$W$	$E$					
1943																
IV.26	7 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	3	1	СФ	+ 6°	97°	4	410	+32°						К.
					"	+13	87	4	620		+ 9°	100	2	3		
												100	2	2		
27	9 10	9 25	2	2	СФ	+ 9	78	2	920	+11		300	2	2		Чх.
					В	+10	80	2	170							
					"	-23	40	2	130							
29	12 00	12 15	2	1	СФ	- 5	307	2	920	0		250	2	2		Чх.
					В	-11	320	3	170							
					"	- 3	44	2	170							
30	5 15	5 30	2	2	СФ	-10	268	2	900	-70		200	2	2		Чх.
					В	-17	289	2	170	-66		410	2	2		
					"	- 3	5	2	170							
V.3	9 10	9 20	3	2	СФ	+ 1	299	4	510		-18	50	2	2		К.
											-16	90	2	2		
											-11	80	2	2		
14	5 55	6 05	3	2	СФ	+ 5	108	5	420							К.
					"	+ 8	109	4	200							
15	5 45	6 00	3	4	СФ	+ 2	116	4	1700		-52	130	2	2		К.
											-68	130	2	2		
23	5 00	5 15	3	3	СФ	+12	97	3	1300	-33		600	2	3		Чх.
					В	+22	95	2	200		- 5	250	1	2		
24	6 00	6 15	3	1						-76		250	2	2		Чх.
											-15	1200	4	3		
26	9 10	9 25	3	0	СФ	- 1	310	3	2000							Чх.
28	11 40	12 00	4	1	СФ	-28	303	3	1600	-46		310	2	2		Чх.
					"	- 7	315	4	1300	+22		250	2	3		
					"	+34	352	3	1200		- 5	410	2	3		
					"	+23	23	2	510		-30	1500	3	3		
					"	+44	331	4	510							
					В	+34	352	3	200							
					"	+13	202	3	170							
					"	+ 2	327	2	170							
					"	-23	303	3	250							
VI.3	5 45	6 00	3	2	СФ	+ 1	218	3	1350		-19	100	2	3		Чх.
					"	+33	290	3	2000							
					"	+28	304	3	830							
					"	+18	293	3	2000							
					В	+18	293	3	200							
					"	+25	300	2	170							
					"	+15	306	3	170							
					"	- 9	226	4	280							
					"	-35	252	3	310							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

237

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1943 VI.5	5 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+36°	211°	2	820	-16°		1050	2	3	Чх
					"	+51	220	3	1250	+21		140	2	3	
					"	+13	232	4	1200	+33		170	2	2	
					"	0	278	3	820		+40°	410	2	2	
					"	-33	175	3	1200		-54	340	2	3	
					В	-33	175	3	170						
					"	+13	232	4	250						
					"	+51	220	2	200						
					"	0	278	3	170						
					"	-25	235	3	220						
					"	+23	274	3	170						
					"	+35	272	2	170						
					"	+48	193	4	250						
					"	-2	175	3	170						
6	5 45	6 00	3	2	СФ	-1	167	3	1000	+38		410	2	3	Чх
					"	-23	206	2	850	+29		250	2	2	
					В	+36	188	2	170	-4		600	2	3	
					"	-1	167	3	250	-11		1000	2	3	
					"	+9	182	3	140	+1		410	1	3	
					"	+43	196	4	310		+69	680	2	3	
					"	+30	169	3	170						
7	6 45	7 05	3	3	СФ	-16	183	3	950	-17		340	2	2	Чх.
					"	+18	138	3	1000	-20		540	3	2	
					"	+10	234	3	1000		+29	680	2	3	
					В	+10	234	3	250						
					"	+31	237	2	170						
					"	+50	236	2	170						
					"	+17	203	3	170						
					"	+18	138	4	250						
					"	-32	146	4	250						
11	5 50	6 10	3	3	СФ	+7	111	3	820	+41		250	2	3	Чх..
					"	+14	106	4	820	-7		250	2	3	
					"	-12	104	3	1200						
					"	-45	136	3	850						
					"	-18	161	3	850						
					В	-45	136	4	250						
					"	-35	166	3	170						
					"	+30	203	3	170						
					"	+34	140	3	200						
12	7 55	8 15	3	2	СФ	+10	108	4	1000	-12		680	3	3	Чх..
					"	+21	110	4	1000	+32		200	2	3	
					"	-14	101	3	1200						
					В	-14	101	3	200						
					"	+21	110	4	250						
					"	+32	130	3	170						
					"	+38	133	2	140						
					"	+2	184	2	140						

238

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобнани

Дата	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1943 VI.13	6 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+ 6°	109°	3	1000	-15°		950	3	3	Чх.
					"	+18	1200	4	108						
					"	+15	820	4	122						
					"	+31	1000	2	161						
					"	-19	850	3	143						
					"	-45	710	3	144						
					В	+ 2	170	2	174						
					"	+18	250	4	108						
					"	+31	161	3	170						
14	5 50	6 05	3	2	СФ	-46	123	4	1000	+41		270	2	3	Чх.
					"	+16	191	3	1000						
					"	+25	126	4	680						
					"	+12	109	3	1700						
					"	+36	120	3	820						
					"	+20	99	2	680						
					В	+28	155	2	170						
					"	+20	99	3	170						
					"	+25	126	3	200						
					"	+16	191	3	140						
					"	-46	123	4	200						
17	5 50	6 05	3	3	СФ	-19	95	3	820	+42		340	2	2	Чх.
					"	+ 2	118	3	1200						
					"	+14	124	4	830						
					"	+25	114	4	1200						
					"	+30	89	3	1100						
					"	+ 3	10	3	710						
					В	+38	63	2	170						
					"	+46	97	2	140						
					"	+ 3	46	3	140						
					"	-50	104	4	310						
					"	+ 2	118	4	200						
18	6 50	7 10	3	3	СФ	+ 4	105	4	950	- 6°		680	4	3	Чх.
					"	+20	105	4	1100						
					"	+26	96	3	1100						
					"	+14	5	2	850						
					В	+15	35	2	250						
					"	+18	26	2	140						
					"	+10	87	3	170						
					"	-48	95	4	250						
19	5 50	6 10	3	3	СФ	- 2	98	3	950	-56		680	1	3	Чх.
					"	+10	90	4	1000		-27	410	3	2	
					"	+24	97	3	1000		- 8	680	2	4	
					"	+10	70	3	1200		+19	510	2	3	
					"	+10	70	3	170						
					"	+10	90	3	250						
					"	+24	97	3	140						
					"	+38	54	2	170						
					"	+20	21	3	200						
					"	-53	53	4	200						
					"	-44	78	3	140						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили...

239

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										W	E				
1943 VI.20	5 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+12°	84°	3	1100	-55°					Чх.
					"	-18	72	3	1350		-13°	540	2	3	
					"	+2	338	4	1000		0	510	2	3	
					"	-14	24	3	1000			410	2	3	
					В	-19	25	3	200						
					"	+2	338	3	170						
					"	-18	72	3	170						
					"	+30	64	4	250						
					"	+34	76	3	140						
					"	-44	70	3	170						
					"	-47	23	2	170						
21	5 55	6 10	3	3	СФ	+25	75	3	1350	-48		850	2	3	Чх.
					"	+38	56	3	1100	-5		200	2	3	
					"	+4	320	4	1600	+22		200	2	2	
					В	+4	320	4	250	+37		410	2	2	
					"	+38	56	3	170	+47		250	2	4	
					"	+25	75	3	250						
					"	+30	70	3	140						
					"	+11	53	2	200						
					"	-25	51	2	170						
					"	-28	12	3	140						
					"	+21	316	4	310						
22	7 20	7 40	2	4	СФ	+16	39	3	1100	-52		850	2	3	Чх.
					"	-16	351	2	680						
					"	+18	333	3	1350						
					В	-26	354	3	250						
					"	+18	333	2	170						
					"	-2	11	3	250						
					"	+6	54	2	170						
26	4 55	5 15	3	2	СФ	+2	356	2	1000	+52		250	2	2	Чх.
					"	+47	316	3	1000						
					"	-8	313	3	1600						
					"	-41	276	3	1100						
					В	-8	313	3	310						
					"	+47	316	3	170						
					"	+2	356	2	200						
					"	+6	332	3	140						
					"	+6	328	3	200						
					"	-9	251	4	250						
					"	+35	315	2	170						
27	8 30	8 45	2	3	СФ	+4	332	3	1600		-9	170	2	2	Чх.
					"	+16	309	4	3000						
					"	+15	240	3	1400						
					В	+15	240	3	200						
					"	+4	332	3	250						
					"	-22	262	2	170						
					"	-15	267	2	270						

240

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобини

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	Прогнозы									Наблюдатель
						$\varphi$	$l$	$J$	$S$	$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1943 VI.28	8 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	3	3	СФ	- 6°	313°	3	1200		-19°	410	2	3	Чх.
					"	+16	326	4	3000		-35	510	2	2	
					"	+50	287	3	1700						
					"	-13	235	3	1600						
					В	-13	235	3	250						
					"	+23	229	2	140						
					"	+35	283	3	170						
					"	+16	326	4	310						
29	6 30	6 45	3	3	СФ	+ 7	326	4	1600	+36°		410	2	3	Чх.
					"	+53	295	3	1350		-18	340	2	3	
					"	-37	232	3	1100		-35	850	4	3	
					В	+13	214	3	200						
					"	+ 1	311	4	310						
					"	+53	295	3	250						
30	8 15	8 25	3	2	СФ	+ 5	206	2	340	- 1		420	2	2	Чх.
					"	-24	202	3	420						
					"	-13	304	3	1550						
					В	+26	304	2	170						
VII.1	10 35	10 45	4	2	СФ	+53	195	2	310	+20		850	2	4	К
					"	+ 6	284	2	420		-18	250	2	2	
3	4 50	5 10	3	1	В	-42	190	3	410	-11		200	2	2	К
										- 6		140	2	3	
										+ 6		120	2	2	
											-49	420	2	3	
											-38	250	2	2	
											-33	200	2	2	
6	9 40	9 55	3	2	СФ	+36	207	3	3000		+41	300	2	3	Чх.
					"	+ 7	125	3	1700		-49	850	2	4	
					В	+ 7	125	3	250						
					"	+36	207	4	200						
					"	+23	125	2	170						
					"	- 2	114	2	200						
					"	- 7	175	3	250						
10	4 50	5 00	3	1	СФ	+12	82	4	1250						К
					"	-13	81	4	300						
					"	+11	75	4	850						
					"	-31	79	3	850						
					В	-58	98	4	120						
11	4 50	5 05	3	3	СФ	+18	76	4	5000	- 1		270	2	3	Чх.
					"	+19	85	3	2500	- 7		600	2	2	
					"	+21	163	4	3500	-33		510	2	2	
					"	-29	123	4	2000						
					"	-40	114	4	2500						
					В	-40	114	4	410						
					"	-29	123	4	250						
					"	+21	163	3	200						



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

241

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1943 VII.12	9 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	2	3	СФ	+13°	73°	4	2000	-40°		600	2	2	Чх.
					"	+14	83	3	1700						
					"	+12	127	2	1350						
					"	-17	144	2	820						
					"	-46	111	4	1350						
					В	-4	111	3	200						
					"	-17	144	2	170						
					"	+12	127	2	170						
					"	+14	96	4	200						
					"	+14	60	3	200						
17	8 10	8 25	3	2	СФ	+16	76	3	820	-36		850	2	4	Чх.
					"	-47	47	4	820	-50		1500	2	4	
					В	+4	65	2	170						
					"	-47	47	4	170						
					"	+8	343	2	140						
18	4 50	5 10	3	3	СФ	+16	81	4	680	+28		420	2	3	Чх.
					"	-44	42	3	1000	-37		550	2	3	
					В	-44	42	3	250	-53		1500	2	4	
					"	+28	38	2	140	-58		250	2	3	
					"	+40	345	2	170						
20	4 55	5 15	3	3	СФ	+28	298	2	1000	+37		340	2	3	Чх.
					В	+28	298	2	170	-11		270	2	3	
					"	+21	28	2	170	-53		1800	2	4	
					"	+36	17	2	140	-56		600	2	4	
					"	-47	33	3	180	-58		250	2	4	
22	5 00	5 20	3	3	СФ	+14	273	2	850	-57		540	2	4	Чх.
					"	-12	329	2	1350						
					"	-5	6	3	1100						
					В	-5	6	3	150						
					"	-12	379	2	170						
					"	-20	291	2	170						
23	5 00	5 10	3	1	В	+7	13	2	250	-56		1700	2	4	Чх.
					"	+11	15	2	170						
24	8 00	8 15	3	2	СФ	+12	243	2	1100	-56		540	1	2	Чх.
					"	+5	337	3	1350						
					В	+5	337	3	140						
26	9 10	9 20	3	3	СФ	-4	319	3	1100	+22	-40°	310	2	3	Чх.
					"	+12	287	2	680			420	2	2	
					В	+12	287	2	140						
					"	-4	319	3	140						
29	5 00	5 15	3	3	СФ	+17	281	3	1350	-15		540	2	3	Чх.
					"	+7	177	3	820						
					В	+20	223	2	140						
					"	+17	281	2	140						

16. აბასთ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15

242

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобиани

Дата	1	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1943 VII.30	8h00m	8h15m	2	4	СФ В	+13° -36 -26	175° 216 206	2 3 3	850 1100 210		-30° +31	540 1100	2 2	4 3	Чх.
31	7 30	7 40	3	3							+25	1800	2	4	К
VIII.1	6 10	6 25	3	3	СФ "	+25 +24	180 256	2 2	810 950		+50	1800	2	4	Чх.
3	8 00	8 15	3	3	В	+28	107	4	680		+16 +39	200 510	2 2	2	Чх.
4	6 15	6 30	3	3	СФ В "	+12 - +28	94 114 109	2 2 4	950 140 530						Чх.
5	8 10	8 20	2	4	СФ " "	+15 -51 -9	87 129 159	4 2 3	270 510 1200						К
9	9 20	9 35	3	2	СФ " " " " В " " "	+14 +16 -4 -58 -10 -58 +16 -4	79 94 132 86 12 86 94 132	3 2 3 4 4 4 2 3	950 810 680 850 710 250 14 140		+22 +31 -56	340 250 540	2 1 2	3 3 2	Чх.
12	5 20	5 40	3	3	СФ " " В "	0 +14 +15 +15 -5	13 80 89 89 110	3 3 4 3 2	950 830 1000 170 170	-14°		270 200 1700	2 2 3	2 2 3	Чх.
13	7 10	7 25	3	3	СФ "	+8 +14	22 85	3 3	950 1350	-31 +19 -10		540 470 200 270	2 2 1 1	3 3 2 3	Чх.
14	5 10	5 25	3	3	СФ В	-2 0 -50	323 12 11	3 3 3	80 1100 170	-29 +18		350 410	2 2	3 3	Чх.
15	7 00	7 15	3	3	СФ " " В	+11 -2 0 -45	307 325 15 43	4 4 3 3	850 540 810 200	+29 +19		340 610	2 2	3 3	Чх.
16	5 55	6 10	3	3	СФ " В	+8 +8 -26 -26	304 330 305 305	4 3 3 3	1350 80 810 200	-48		410	2	4	Чх.

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

243

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	g	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	I		
										W	E					
1943																
VII.18	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+ 4°	304°	4	1350	-52°						Чх.
					"	- 9	12	3	810		+18°	410	2	4		
					"	-48	353	4	350			200	2	2		
					"	+ 3	297	3	140							
19	9 20	9 35	3	3	СФ	+16	310	2	950		+48	340	2	2		Чх.
					"	+ 2	10	3	1000							
					"	+ 2	10	3	170							
					"	-49	347	4	310							
20	8 00	8 15	3	3	СФ	+28	311	3	1700	-60		250	1	3		Чх.
					"	+13	340	3	1350		+40	420	2	2		
					"	-52	351	4	170							
					"	+28	311	3	200							
23	7 30	7 45	3	3	СФ	- 2	301	3	1350	-50		820	2	4		Чх.
					"	-20	314	2	810	-23		160	2	2		
					"	-20	314	3	170		+41	160	2	3		
					"	- 2	301	2	140		+18	160	2	2		
											-20	220	2	3		
25	5 20	5 35	3	2	СФ	+ 9	177	4	1000	-50		820	2	4		Чх.
										+ 5		160	2	4		
										-11		250	1	3		
26	5 20	5 35	3	2						-14		680	3	3		Чх.
										-46		510	2	3		
											-10	210	2	3		
											+36	330	1	2		
27	5 20	5 35	3	3						+29		540	1	3		Чх.
										+ 7		250	2	3		
											+37	510	2	3		
28	5 40	5 50	3	3						+36		100	5	2		К
											+35	290	2	3		
											-30	160	2	2		
29	5 25	5 35	3	1						-38		1700	4	2		К
30	4 45	4 55	3	4						-53		250	2	3		К
										-57		320	3	3		
31	4 50	5 00	3	4						-47		320	2	3		К
										-44		640	4	2		
IX.1	4 25	4 50	3	4						- 1		130	2	2		К
											-50	150	2	2		
3	11 55	12 05	2	4	СФ	+18	152	2	270							К
					"	- 5	196	2	100							
					"	+ 7	200	2	130							

244

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогнозы					Наблюдения
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1943 IX.4	4 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	2	3	СФ " В	-30° +15 - 2	112° 147 164	2 3 3	810 1350 200						Чх.
5	6 35	6 50	3	2	СФ " В "	+20 -35 +20 -35	53 126 53 126	3 2 3 2	1700 1200 170 135	+10° -49		600 420	2 2 2 3	3 3 3	Чх.
7	5 50	6 05	3	3	СФ " В "	+ 7 - 6 - 6 + 7	35 114 114 35	3 2 2 3	1000 800 135 170		-53°	340	2 2 2 2	2 2 2	Чх.
8	5 35	5 50	4	2	СФ " В "	+10 +22 -50 -50 +22	91 109 56 50 109	4 3 2 2 3	1700 640 640 130 200						Чх.
20	8 10	8 25	3	1	СФ	-10	273	3	1700		-44	420	2	3	Чх.
21	6 00	6 25	3	2	СФ " В	-19 -34 -19	180 218 180	3 3 2	1700 510 120	-34	-47	340 680	2 2 2 3	3 3	Чх.
22	5 00	5 15	3	2	СФ " " " В " "	- 4 +29 +33 -26 -26 +33 +29	282 267 189 177 177 189 267	4 3 3 3 3 3 2	1700 700 510 510 120 150 120	+19		140 270 420 340	2 2 2 2 2 3 3	3 3 4 2	Чх.
23	9 40	9 55	3	2	СФ " " В "	+ 4 +15 - 8 - 8 +15	230 251 173 173 251	4 3 2 2 3	1300 820 600 120 140	+30		210	2	3	Чх.
24	6 30	6 50	3	0	СФ " " " " В " " "	- 8 +30 +30 +41 + 6 + 6 +30 +30 - 8	250 252 216 164 231 231 216 252 250	3 3 3 2 2 2 3 2 3	950 820 950 510 680 140 150 100 120	-45	-15	250 150	2 2 2 2 2 3 3	3 3 3	Чх.

## Спектротелиоскопические наблюдения на горе Канобили..

245

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1943 IX.26	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+27° -18 " B " " B " " B " " B " " B " " B	135° 129 129 135 194 191 220 207	3 2 2 3 3 3 3 3	950 830 140 140 170 170 170 170						Чх.	
27	5 00	5 20	3	3	СФ	+14 +45 " B " " B " " B " " B " " B	93 167 213 213 93 126 155 197	4 3 3 2 3 2 3 3	950 1300 820 140 170 140 140 170	-36° +12	340 150	2 2	3 3		Чх.	
28	8 00	8 15	3	3	СФ	+14 +42 " " B " " B " " B " " B	86 102 192 201 201 192 102	4 3 3 2 3 3 2	1300 710 820 950 140 140 120	-36	340	2	3		Чх.	
30	12 00	12 20	4	3	СФ	+2 +1 " B " " B	62 41 61 59	3 2 2 3	420 400 170 150	-44°	-46	140 100	2 2	3 3		К
X.I	5 20	5 40	3	3	СФ	+14 +20 " " B " " B " " B	68 79 143 143 73	3 4 3 3 3	1300 830 850 170 170	-36	-42	420 200	2 2	3 2		Чх.
2	10 50	11 00	3	3	СФ	+14 +5 " B " " B " " B	78 92 79 92 80	4 3 3 3 3	650 250 170 100 100	+18	-42	420 100	2 2	3 2		К
3	5 30	5 50	3	3	СФ	+17 +28 +32 " B " " B " " B " " B	81 78 126 140 140 126 78	4 3 3 2 2 3 3	1300 680 680 510 120 140 140	+18	-22	410 270	1 2	3 2		Чх.

246

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобiani

Дата	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	j	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	j	
										W	E				
1943															
X.4	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+14°	82°	4	1700						Чх.
					"	+24	107	3	820						
					"	+27	10	2	820						
					В	+27	10	2	140						
					"	+24	107	2	140						
5	9 05	9 15	3	3	СФ	+14	79	4	1700	-51°		150	2	2	К
7	5 15	5 30	2	4	СФ	+18	81	4	1700	+45		340	2	2	Чх.
					"	-38	18	3	820						
					"	-21	350	3	820						
					"	+17	329	2	1100						
					В	+17	329	3	140						
					"	-21	35	2	120						
					"	-38	18	3	140						
9	5 15	5 30	3	3	СФ	+15	71	3	1300	-33	-58°	250 200	2 2	2 3	Чх.
10	7 20	7 35	3	3	СФ	-18	10	3	1300	+18		200	2	3	Чх.
					"	+32	309	2	810	-33		410	2	3	
					В	+32	309	2	140		-58	200	2	2	
16	8 10	8 20	3	3	СФ	-6	309	3	680	-48		510	2	3	Чх.
					В	-6	309	3	200						
24	6 30	6 45	3	2	СФ	+25	213	3	1200		+18	600	2	4	Чх.
					"	-19	202	2	1000						
					В	+25	213	3	170						
					"	-19	202	3	200						
25	6 05	6 20	3	3	СФ	+15	81	4	820		+11	310	1	3	Чх.
					"	-36	184	2	610		-36	250	2	2	
					"	+22	181	3	680						
					В	+22	181	3	170						
					"	+10	89	2	170						
					"	+13	82	3	130						
XI.2	5 20	5 35	3	1	СФ	+15	79	3	830		-48	680	4	4	Чх.
					"	+32	89	2	850						
					В	+32	89	2	170						
3	6 00	6 15	3	1	СФ	+16	79	3	830	-45	-48	510 250	2 2	3 3	Чх.
7	6 40	6 55	3	1	В	+20	2	2	170	+33 -35		850 420	3 2	3 2	Чх.
13	7 35	7 55	2	2						-41		420	2	3	Чх.
15	7 20	7 40	3	1	СФ	+23	252	2	1000	-41 +28		250 480	2 1	2 3	Чх.
											+42°	680 200	2 2	3 2	

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

247

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1943																
XI.16	5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	3	3	СФ	+12°	244°	2	830	+20° -41		480 310	2 1	3 2	Чх.	
20	10 50	11 10	3	1	СФ	-28	132	3	850	-41		250	1	2	Чх.	
					"	+28	144	2	700							
					"	-5	210	2	830							
					В	-28	132	2	170							
23	6 50	7 05	2	4	СФ	+16	79	3	2000		-36°	500	2	3	Чх.	
					"	+13	190	2	810							
					В	+45	162	3	170							
30	12 20	12 30	3	0	СФ	+14	73	3	410		-46	120	2	2	К	
					"	+16	78	2	100							
					В	+16	85	3	80						К	
XII.1	5 40	5 50	3	4	СФ	+13	73	3	620							
					"	+10	31	2	940							
					"	+15	36	2	410							
					В	+9	30	2	120						К	
2	5 40	5 50	3	4	СФ	+17	71	2	660							
					"	+10	60	2	1200							
3	6 00	6 10	2	4	СФ	+27	43	2	690	+15		100	2	2	К	
					"	+26	59	2	580							
					В	+26	59	2	100							
8	11 25	11 35	3	0	СФ	+8	232	4	930						К	
					В	+8	234	2	120							
22	6 40	6 55	3	2	СФ	-48	167	3	2400		-68	400	2	2	Чх.	
24	7 40	8 00	3	1	СФ	-22	139	3	2400		+17	920	2	3	Чх.	
					В	+10	141	2	170							
25	7 45	8 00	3	2	СФ	-26	134	3	1700		+22	660	2	3	Чх.	
26	10 40	11 00	3	1	СФ	-10	123	3	800		+33	660	3	3	Чх.	
					"	-16	358	2	1200							
					В	-16	358	3	200							
					"	+28	122	2	170							
					"	+18	357	3	170							
27	6 40	7 00	3	1	СФ	-21	6	2	1000		-31	300	1	2	Чх.	
					"	-13	335	2	1000							
					В	+28	62	3	250							
29	6 30	6 50	3	1	СФ	-26	324	2	1700							
					"	+28	60	2	1000							
					В	+28	60	2	200							
30	6 30	6 45	3	2	СФ	-10	348	4	1400	+27		300	1	3	Чх.	
					"	+33	32	3	820		+22					
					В	-10	348	4	300							
					"	+33	32	2	170							

248

Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобнани

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	Протуберанцы										Наблюдатель	
						φ		S	W	E	S	f	I				
						φ	l										
1944																	
I. 4	6 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	3	2	СФ	-21°	238°	2	800	-46°			500	2	3	Чх.	
					"	-22	310	3	1100								
					"	-22	310	3	250								
					"	+25	333	2	170								
6	6 40	7 00	3	1	СФ	- 2	303	2	1000								
					"	- 6	3 1	2	170								
10	9 30	9 50	3	1	СФ	-28	229	2	1700	+46°		400	2	3	Чх.		
										-15		400	2	2			
										-49		260	2	3			
24	6 55	7 10	3	2	СФ	+ 7	324	2	1000						Чх.		
					"	-36	354	2	1600								
26	9 30	9 45	3	2	СФ	+ 3	322	2	1000						Чх.		
					"	-34	351	2	1600								
27	6 15	6 35	3	2	СФ	+ 8	202	2	1000						Чх.		
					"	- 4	256	2	1000								
					"	- 8	162	2	600								
					"	+25	277	2	170								
II. 26	9 30	9 50	3	0	СФ	-22	264	2	1000	+29		400	2	3	Чх.		
					"	+18	229	3	370		+34	660	4	3			
28	5 50	6 10	3	3	СФ	+35	249	2	1000	+29		150	2	2	Чх.		
					"	+36	276	3	800	-55		250	1	2			
					"	+56	336	3	300								
III. 1	5 50	6 10	2	3	СФ	- 23	211	2	920		+37	580	4	3	Чх.		
					"	+26	266	3	800								
					"	0	319	2	500								
					"	+32	223	3	300								
6	7 00	7 35	2	3	СФ	-71	144	2	1000						Чх.		
					"	-74	169	3	800								
					"	-44	150	3	800								
					"	+ 4	242	3	170								
					"	+33	148	2	200								
					"	+39	165	4	300								
9	6 00	6 25	3	2	СФ	+ 9	121	2	1000		-49	600	2	3	Чх.		
					"	+37	160	4	300		+ 8	250	2	3			
											+22	200	2	3			
21	5 30	6 00	3	3	СФ	-25	301	4	650	-49		700	4	3	Чх.		
					"	-29	11	4	800								
					"	+32	27	2	170								
26	9 25	9 50	2	3	СФ	-48	339	4	600	-30		200	2	3	Чх.		
					"	-44	335	4	400								
					"	-41	321	2	400								
					"	-48	339	4	160								



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобиля.

249

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$j$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1944															
III.31	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	2	СФ В	+28° +28	244° 244	2 4	1900 380	+18°		500	4	3	Чх.
IV.1	6 00	6 30	3	1	СФ " " В " <										

250

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобiani

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1944															
VI.5	6 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	3	2	СФ	-46°	92°	3	800	+34°		150	2	3	Чх.
					"	-9	50	2	1000		-39°	500	2	3	
					"	-46	96	4	200						
					"	+42	50	2	200						
					"	+33	84	3	170						
6	7 20	7 40	3	1	СФ	-35	15	3	1600	+35	+16	280	1	2	Чх.
					"	-48	39	3	1600			400	2	3	
					"	-35	15	4	200						
					"	-48	39	4	200						
					"	-6	115	2	200						
7	5 45	6 10	3	2	СФ	-20	357	5	650	+39		400	2	3	Чх.
					"	-33	30	3	900		+45	320	2	2	
					"	-33	30	3	130		-48	320	2	3	
					"	-20	357	2	130						
8	5 40	6 00	3	3	СФ	-35	333	4	1600		-48	560	4	3	Чх.
					"	+31	78	2	800		+45	320	2	2	
					"	+31	78	3	200						
					"	-35	333	3	130						
15	6 07	6 25	3	1	В	-50	6	2	240		+24	600	2	2	К
											+25	50	2	3	
										+34		80	2	3	
										-45		40	2	2	
										-55		100	2	2	
16	4 50	5 03	3	3	СФ	-34	341	2	400	+22		160	2	3	К
					"	-26	330	2	200		+37	100	2	3	
											+33	60	2	2	
20	5 55	6 03	3	0	СФ	+23	205	3	400	-53		120	2	3	К
										-59		60	2	3	
										-66		40	2	3	
21	9 21	9 29	3	0	СФ	-7	200	3	400	-65		40	2	3	К
										-68		40	2	3	
										-66		40	2	3	
										+32		30	2	3	
22	5 40	5 45	3	2	СФ	-1	207	3	400	-54		250	2	3	Гр.
23	6 00	6 25	3	2	СФ	+4	209	3	1600		+44	320	2	2	Чх.
					"	+39	149	2	800	+36		250	2	2	
					"	+39	149	2	200	-47		200	2	2	
										-55		500	2	3	
24	6 25	6 40	3	2	СФ	+2	207	3	1600		+44	500	2	3	Чх.
					"	+41	147	3	800	-55		400	2	2	
					"	+41	147	3	200						

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

251

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1944																
VI.25	5 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	3	3	СФ	- 6°	205°	3	1000	+36°	+44°	500	2	3	Чх.	
					"	+37	138	2	800			200	2	3		
					"	+17	123	2	500			400	2	4		
					В	+37	138	3	200			600	2	3		
29	7 40	8 00	3	1	СФ	+42	134	2	800	+37	+40	200	2	2	Чх.	
					В	+42	134	2	120			400	2	3		
					"	+38	80	4	300			300	2	3		
30	5 45	6 10	3	1	СФ	+33	126	3	650	+38		500	2	4	Чх.	
					"	+42	78	2	800			600	4	3		
					В	+44	63	3	140			300	1	3		
					"	+42	78	4	250							
					"	+33	126	3	200							
VII.2	6 45	7 10	3	2	СФ	+23	95	4	640	+24		560	2	2	Чх.	
					В	-36	63	2	140			400	2	3		
					"	+40	136	2	190			1300	3	3		
3	4 50	5 10	3	3	СФ	+12	86	2	640		+45	290	2	2	Чх.	
					В	-18	40	3	140							
					"	-27	66	3	130							
					"	+34	28	2	140							
4	4 50	5 15	3	3	СФ	+48	358	3	780	+37	+47	560	2	2	Чх.	
					"	+25	88	3	770			670	2	3		
					В	-24	89	2	140							
					"	-36	13	3	170							
					"	+48	358	3	140							
6	5 45	6 10	3	2	СФ	+32	93	4	580	+40		1000	2	4	Чх.	
					"	+48	32	3	770			240	2	3		
					"	-31	0	2	640			390	2	3		
					"	-29	53	3	480							
					В	+45	79	3	120							
					"	+45	59	4	160							
					"	+49	333	3	130							
					"	+48	32	2	190							
					"	-31	0	2	130							
					"	-29	53	3	120							
					7	9 20	9 45	2	3			СФ	+34	343		4
"	-40	332	2	480						340	2	3				
"	-50	22	2	400						1100	2	3				
"	-37	49	3	480												
В	+33	49	3	170												
"	+34	343	4	290												
"	-40	332	2	130												
"	-37	49	2	130												

252

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобiani

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогнозы					Наблюдатель
										$\varphi$		$f$	$J$		
										$W$	$E$				
1944 VII.12	4 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	2	СФ	-33°	339°	4	960	-21°	+30°	350	2	3	
				"	+18	5	3	600	+40		400	2	2		
				"	-7	268	2	550	350		2	2			
				В	-7	268	2	130							
				"	-33	339	3	240							
				"	+18	5	2	130							
				"	+22	331	3	180							
				"	-14	313	3	180							
13	9 15	9 40	3	1	СФ	-57	299	3	650	-23		650	2	4	Чх.
				"	-35	340	4	1100	+38		350	2	2		
				"	+44	249	2	500		+14	650	1	3		
				В	+44	249	3	130		-3	280	1	3		
				"	+17	307	3	160							
				"	+13	336	4	180							
				"	-23	242	2	200							
				"	-35	340	4	140							
				"	-57	299	3	180							
14	6 20	6 40	2	3	СФ	-52	309	2	800	-61		290	2	3	Чх.
				"	-29	335	2	800		+2	350	2	3		
				В	+23	262	2	180	-23		350	2	2		
				"	-14	251	2	160							
				"	-52	309	3	180							
				"	-29	335	3	160							
24	9 20	9 45	3	3	СФ	-5	198	2	1000		-38	130	2	2	Чх.
				"	+25	152	3	1000							
				В	+30	169	3	170							
				"	-5	198	3	170							
				"	+25	152	4	290							
30	5 20	5 45	4	1	СФ	-28	125	4	850		+40	420	2	3	Чх.
				"	+37	28	3	1300		-17	420	2	2		
				В	+37	28	3	290		-41	1600	3	4		
				"	-28	40	3	200							
				"	+32	56	2	140							
VIII.2	5 15	5 40	3	3	СФ	+44	31	3	1000		+42	500	2	3	Чх.
				"	-29	61	4	650		-37	650	2	3		
				В	+43	329	2	140		-45	700	2	3		
				"	-28	331	2	110							
				"	+30	31	4	200							
3	5 15	5 40	3	3	СФ	+39	340	3	1000		+43	500	2	3	Чх.
				"	-27	339	3	800		-45	900	4	3		
				"	-23	56	2	800							
				В	+41	40	4	500							
				"	+39	340	3	200							
				"	-27	339	2	140							
				"											

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили

253

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$I$	
										$W$	$E$				
1944 VIII.9	6h10 <sup>m</sup>	6h15 <sup>m</sup>	3	3	СФ	-11°	268°	4	1500		+47°	500	2	2	Чх.
					"	-32	326	3	1000		+19	750	2	3	
					"	-44	286	2	700		+7	300	2	3	
					В	+48	297	2	600						
					"	-32	326	3	170						
14	5 20	6 00	4	1	СФ	-11	264	4	1500		+26	500	2	2	Чх.
					"	-48	254	2	600	-58°		500	4	3	
					"	-3	203	2	1100	-38		130	2	3	
					"	+5	158	4	510						
					В	+29	174	3	250						
					"	+39	197	2	140						
15	5 10	5 40	3	1	СФ	-7	264	4	1600		+46	400	5	3	Чх.
					"	-33	260	2	680	-26		400	1	3	
					"	+12	163	4	1000	-45		250	2	2	
					В	-33	260	2	200						
16	5 20	5 45	3	3	СФ	-8	261	4	1200	-45		350	4	2	Чх.
					"	-12	235	2	600						
					"	+9	162	4	1700						
18	5 25	5 50	3	2	СФ	-12	213	4	1350	-47		680	2	3	Чх.
					"	-21	229	3	600	-11		300	2	3	
					"	-2	153	2	1700	+48		280	2	2	
					"	+58	139	2	450						
					"	-4	114	2	450						
19	6 20	6 50	3	3	СФ	-11	208	4	1300	-49		340	2	2	Чх.
					"	-13	199	2	800	+48		300	2	2	
					"	-31	154	2	1700						
20	6 30	6 55	3	3	СФ	-12	207	4	850	+48		340	2	2	Чх.
					"	-3	187	3	1100	+39		340	2	2	
					"	+7	161	3	800						
					"	-23	81	3	400						
21	10 20	10 45	3	3	СФ	-6	186	3	800		+34	200	2	2	Чх.
					"	-1	155	3	600	+33		500	2	3	
					"	-24	74	4	1700	-16		200	2	3	
22	7 25	7 50	3	3	СФ	-26	65	4	1700	+44		500	2	2	Чх.
					"	+3	158	3	850	-33		500	2	2	
					"	+17	172	2	450						
					В	+3	158	3	100						
23	6 25	6 55	2	4	СФ	-27	67	4	1700	+45		340	2	2	Чх.
					"	+4	156	3	700						
					"	-26	140	2	850						
					В	-26	140	2	170						
					"	+4	156	2	170						

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Протуберанцы					Наблюдатель	
										φ		S	f	J		
										W	E					
1944																
VIII.24	5 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3	3	СФ	-24°	48°	3	850	+44°		510	2	2	Чх.	
					"	-27	70	4	1800		+34°	300	2	3		
					"	+5	150	3	1100							
26	5 20	5 50	3	2	СФ	-23	48	4	850	+33		2500	3	3	Чх.	
					"	-25	71	4	1200							
					"	-33	117	3	350							
					"	-22	28	2	400							
					В	-25	71	3	100							
28	7 05	7 35	3	3	СФ	-21	348	3	400		+33	400	2	2	Чх.	
					"	-23	46	4	1000							
					"	-34	57	4	850							
					В	-36	27	3	140							
					"	+35	94	3	150							
29	7 30	8 00	2	3	СФ	-11	325	2	300	+39		600	4	3	Чх.	
					"	-25	349	3	450	-30		250	2	3		
					"	-27	50	3	850		-48	700	1	2		
					"	-27	77	3	450							
IX.1	5 32	5 46	4	0	СФ	-39	329	2	130		+33	150	2	2	К	
					В	-29	39	3	200		-22	200	2	3		
					"	-40	31	3	140		+43	50	2	2		
					"						+37	50	2	2		
2	5 30	6 05	2	4	СФ	-23	37	4	520		+52	400	2	4	Чх.	
					"	-28	36	4	350		+45	140	2	3		
					"	+9	286	3	690		-21	100	2	3		
					В	-4	333	3	140		-26	700	2	4		
					"	+39	286	3	170							
4	9 10	9 35	2	3	СФ	+26	252	3	300	+34		250	2	2	Чх.	
					"	-35	320	2	1000		+40	700	2	4		
					"	-21	1	3	350		-50	700	2	3		
					В	+39	349	4	170							
					"	-35	320	2	170							
5	5 30	6 00	3	2	СФ	+40	247	2	800	+37		250	2	3	Чх.	
					"	-36	233	2	600		+40	600	4	3		
					"	-28	346	3	400		-50	350	1	2		
					"	-40	298	3	700							
					В	-32	339	2	100							
					"	+32	322	3	100							
					"	-36	233	2	140							
					"	-40	298	4	250							
6	7 20	7 50	3	3	СФ	-23	334	3	300	+38	+42	520	2	3	Чх.	
					"	-37	294	3	520			400	2	2		
					"	-36	271	2	400							
					"	+46	246	2	600							
					В	+41	229	2	140							
					"	-35	233	3	180							
					"	-37	294	4	250							
					"	+46	246	2	140							

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобилм.

25

Дата	$t_1$	$t_2$	$g$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										W	E				
1944 IX.7	5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	2	4	СФ	+44°	217°	2	400	-38°		170	2	2	Чх.
					"	+45	233	3	600	-31		200	2	2	
					"	-42	270	2	1000						
					"	-40	294	3	860						
					"	-25	334	3	450						Чх.
					В	-25	334	3	140						
					"	-40	294	3	180						
					"	-42	270	2	170						
					"	-8	270	3	170						Чх.
8	5 40	6 10	3	3	"	+45	233	4	180						
					СФ	-17	318	3	300	-32	+43°	600	2	3	
					"	-43	294	3	700			350	2	2	
					"	-40	253	2	600						Чх.
					"	+44	220	2	1000						
					"	+38	250	3	520						
					В	+36	200	2	140						
					"	-26	268	3	250						Чх.
					"	-43	294	3	170						
					"	+44	220	3	180						
					"	+38	250	3	180						
10	8 35	9 05	3	3	СФ	-33	288	3	700						Чх.
					"	-44	267	3	350						
					"	-18	296	2	600						
					"	-22	170	2	450						
					"	+40	214	3	700						Чх.
					В	+46	225	3	120						
					"	+40	204	3	170						
					"	-24	200	3	250						
					"	-47	105	3	140						Чх.
					"	+40	214	4	140						
11	5 40	6 10	3	3	СФ	-37	269	3	600	+38		520	2	2	
					"	-29	252	2	600	-48		450	2	3	
					"	-24	166	4	860	-64		500	2	3	Чх.
					"	+4	164	3	850						
					"	+43	173	2	520						
					В	+35	189	2	140						
					"	+43	173	2	140						Чх.
					"	+4	164	2	170						
					"	-29	252	2	200						
					"	-37	269	3	200						
12	6 35	7 10	3	3	СФ	-24	167	4	1700	-53		350	2	3	Чх.
					"	+10	158	2	700	-36		400	2	3	
					"	+42	199	2	700	+37		1000	3	4	
					"	+45	240	2	600						
					"	-20	256	3	1000						Чх.
					В	-50	235	3	150						
					"	-50	205	3	120						
					"	+10	158	2	140						
					"	+42	199	2	140						Чх.
					"	+45	240	2	120						
					"	-20	256	4	250						
					"	-20	256	4	250						

256

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобниани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$	
										$W$	$E$				
1944 IX.13	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	2	СФ	-24°	166°	4	1700	-53°		1200	2	3	Чх.
					"	-1	173	2	700		-30°	520	2	2	
					"	+8	200	2	520						
					"	+30	245	2	520						
					"	-25	227	3	600						
					В	+18	224	2	120						
					"	-20	250	3	200						
					"	-1	173	2	140						
					"	+8	200	3	120						
					"	+30	245	3	120						
14	7 05	7 35	3	3	СФ	-25	167	4	2000	-16		400	1	3	Чх.
					"	+42	201	2	550	-54		1100	2	3	
					"	-23	236	4	520		-44	250	2	2	
					"	-40	233	2	400						
					"	-42	206	3	800						
					В	+39	212	3	140						
					"	+11	238	3	140						
					"	+42	201	3	170						
					"	-42	206	3	140						
17	6 30	7 00	3	3	СФ	-24	166	4	2000	-35		250	2	3	Чх.
					"	-21	118	2	700	-54		250	2	3	
					"	+35	176	3	600		-43	250	2	3	
					В	+35	176	3	170		+32	400	2	3	
					"	-21	118	2	170		-34	350	1	3	
23	6 20	6 50	3	2	СФ	-22	49	4	1800		-35	520	2	3	Чх.
					"	-39	30	2	800	+38		250	2	2	
					"	+3	93	2	800						
					В	+3	93	2	140						
					"	-39	30	2	140						
24	7 40	8 10	3	3	СФ	-24	49	4	1200		-37	400	2	2	Чх.
					"	-27	65	3	860		-21	550	1	2	
					"	-18	352	3	700						
					"	+22	9	2	600						
					"	+16	88	2	700						
					В	+16	88	2	140						
					"	+22	9	2	140						
					"	-18	352	2	140						
					"	-27	65	4	250						
26	5 10	5 40	3	3	СФ	-24	49	2	1200		-26	600	2	3	Чх.
					"	-31	333	2	1000						
					В	-33	45	3	140						
					"	-31	333	4	300						
27	6 10	6 40	3	3	СФ	-25	47	1	2000		-46	140	2	3	Чх.
					"	-34	339	2	1000		+44	520	2	2	
					"	+34	49	3	600	+33		220	2	2	
					В	-33	321	4	140						
					"	-34	339	5	300						
					"	+34	49	3	120						



## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили

257

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель
										$\varphi$		$S$	$f$	$l$	
										$W$	$E$				
1944 IX.28	7 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	3	3	СФ	-25°	49°	4	1400		-49°	600	2	3	Чх.
					"	-30	23	3	600		-28	700	2	3	
					"	+35	33	3	700						
					"	+16	310	2	520						
					"	-4	312	2	400						
					B	-37	321	3	170						
					"	-38	328	4	300						
					"	+35	33	3	140						
30	8 45	9 15	3	2	СФ	+24	336	4	1700	-47°		600	2	2	Чх.
					"	+30	36	2	600		-52	900	2	4	
					"	-9	285	3	520	+35		350	1	2	
					"	-14	276		400						
					"	-35	324	2	800						
					B	+30	36	3	200						
					"	-35	324	2	120						
X.2	6 20	6 45	3	2	СФ	+22	337	4	1700	-41		520	2	2	Чх.
					"	-18	337	3	400		-51	1800	2	2	
					"	-19	315	3	400	+44		350	2	3	
					"	-22	265	4	600		+53	350	2	3	
					"	-30	248	3	400						
					"	-25	253	2	400						
					B	-39	285	2	140						
					"	-19	315	3	250						
3	6 45	7 10	3	3	СФ	+20	336	4	1700		+47	520	2	3	Чх.
					"	-26	332	4	850		-55	1400	2	4	
					"	-22	264	3	1100	-45		400	2	2	
					"	-28	241	3	1100	+33		750	2	3	
					B	-40	276	4	400						
					"	-27	311	2	180						
4	6 15	6 45	3	3	СФ	+21	338	4	2000		+44	520	2	3	Чх.
					"	-23	336	4	700		-58	1200	2	3	
					"	-12	269	3	800	+40		850	2	3	
					"	-21	248	3	1700						
					B	-26	281	3	300						
					"	-12	316	3	140						
					"	+41	286	3	120						
9	6 25	6 55	3	0	СФ	-12	259	4	900	-26		250	2	2	Чх.
					"	-32	237	3	850	+48		250	2	2	
					"	-20	164	3	1200						
					"	-23	270	3	600						
					"	+24	156	4	850						
					"	-36	225	3	500						
					"	-42	260	2	550						
					"	-6	163	2	1000						
					B	-20	164	2	120						
					"	-42	260	2	140						
					"	-6	163	2	170						
					"	+46	179	2	120						
					"	-54	206	4	350						

17. აბსოლ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 15.

258

Ш. М. Чхайдзе и Н. И. Георгобиани

Дата	$t_1$	$t_2$	$q$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$f$	$S$	Протуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										$W$	$E$					
1944																
X.II	5 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	3	3	СФ	- 9°	255°	3	400	-26°	+40°	700	2	3	Чх.	
				"	-25	232	3	700	-42	500		2	3			
				"	-28	228	4	850	-53	250		2	3			
				"	-18	173	3	400		350		2	2			
				"	-22	156	4	1000								
				"	-36	145	2	700								
				"	+32	152	4	1000								
				В	+48	160	3	140								
				"	-48	202	4	250								
				"	-28	228	3	170								
				"	-22	156	3	170								
				"	-36	145	2	120								
21	6 00	6 30	2	3	СФ	-25	48	3	540		-32	300	2	3	К	
				В	-52	170	2	170		-49	130	2	3			
										+33	700	1	2			
24	5 50	6 40	3	1	СФ	-32	325	2	860						К	
				"	+42	46	2	520								
				"	-54	19	2	20								
				"	+42	46	3	130								
				"	-58	38	2	26								
				"	-50	30	2	100								
				"	+38	53	2	280								
XI.I	11 00	11 30	3	1	СФ	+17	305	3	430		+51	130	2	3	К	
				"	-35	229	3	1340		+4	50	2	3			
				В	-46	318	2	260		-20	180	2	3			
				"	+26	311	1	80		-43	260	2	2			
				"	-33	227	3	540		-50	400	2	2			
				"	-22	232	3	520		-53	520	2	2			
				"	-28	286	2	860	-60		1000	2	2			
4	9 00	9 18	2	1	В	-51	268	2	260	-70		206	2	2	К	
				"	-41	237	3	860								
				"	-46	232	3	380								
30	7 20	7 40	3	0							+28	275	2	2	К	
											+25	506	2	4		
										-52	609	2	2			
										-45	35	2	2			
										-35	86	5	3			
VI	7 15	7 35	3	0	СФ	-27	77	3	215	+23		275	2	3	К	
				В	+26	130	3	645								
				"	-49	165	2	172								
13	6 20	6 52	2	1	В	+4	142	2	430		-24	172	2	3	К	
				"	+60	130	2	140		-30	60	2	3			
										-50	172	2	3			
										-53	826	2	3			
										+23		155	3	2		

## Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили.

259

Дата	$t_1$	$t_2$	$g$	$h$	Объект	$\varphi$	$l$	$J$	$S$	Прогуберанцы					Наблюдатель	
										$\varphi$		$S$	$f$	$J$		
										W	E					
1944																
XI.17	7 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	3	2	СФ	+17°	352°	2	775		+35°	170	2	3	K	
										+45°	+15	520	2	3		
												80	2	2		
18	6 00	6 18	3	1	СФ	+20	344	2	1030		-38	970	2	3	K	
										-60	-43	320	2	3		
												210	5	2		
											+54	260	2	4		
22	10 45	11 12	2	0	СФ	+17	345	1	620		+45	110	2	2	K	
					В	+27	341	1	260							
28	9 12	9 30	3	0						-54		215	2	3	K	
										+46		600	3	3		
											+36	340	2	2		
											-52	600	3	3		
29	6 50	7 02	3	0							+55	360	2	3	K	
											-24	50	2	2		
											-40	130	2	3		
										-80		170	2	3		
30	6 07	6 30	3	3							+41	300	2	3	K	
											+37	360	2	3		
											-40	170	2	3		
											-57	410	2	3		
											+25	260	2	2		
XII.2	7 17	7 37	3	0							-57	545	2	2	K	
											-45	215	2	2		
											-35	110	2	2		
											+32	110	2	3		
3	6 45	7 10	2	3	В	-64	129	1	390	+40		90	2	2	K	
5	12 40	12 56	2	4							+10	430	2	2	K	
											+19	170	2	2		
10	6 23	6 47	3	2	СФ	-28	65	4	1290						K	
					"	-27	59	3	1720							
					В	-14	54	2	480							
11	6 25	6 52	3	1	СФ	-33	41	3	1080		-15	215	4	3	K	
					"	-22	57	4	1290		-50	110	2	2		
					В	-24	46	2	430			430	2	4		
										-54		170	2	4		
										-49		130	2	3		
										+35		155	2	3		
										+40						

260

Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобiani

Дата	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	q	h	Объект	φ	l	J	S	Прогуберанцы					Наблюдатель
										φ		S	f	J	
										W	E				
1944 XII. 12	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	3	4	СФ " B " B	-38° -29 -41	33° 51 38	2 2 2	645 1720 206	-59° +31 +34	-40° -45 -50	110 155 320 170 110 430 130 205			K
14	10 40	11 05	3	2	СФ " B " B " B "	+13 -46 -29 -43 -49 -23	343 30 54 37 62 14	2 3 4 3 2 3	155 410 2580 260 260 260	+39 +32 -34		515 215 155	2 2 5	3 3 2	K
16	6 20	6 36	3	2	СФ "	+19 -27	347 57	2 3	930 3440	-55	+42	155 690	2 2	2 3	K
21	7 00	7 30	3	2	СФ " B " B " B "	+19 +18 -41 -11 +19	28 341 4 263 256	2 2 4 4 3	600 600 1100 850 450	+37		350	2 2		Чх.

## ქ რ ა ნ ი კ ა

\* ობსერვატორიის ექსპედიციის ორმა ჯგუფმა, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორის მ. ვაშაკიძის საერთო ხელმძღვანელობით, შუა აზიაში, არჩმანისა და ჩილის რაიონებში წარმატებით ჩატარა 1952 წლის 25 თებერვლის მზის სრული დაბნელების დაკვირვება. პირველმა ჯგუფმა მ. ვაშაკიძისა და მ. კოლჩიდაშვილის შემადგენლობით არჩმანის მანლობლად მოახდინა მზის შარავანდდის პოლარიმეტრიული დაკვირვებები სპეციალურად კონსტრუირებული სამობიექტივიანი პოლარიმეტრიული დანადგარით. მეორე ჯგუფმა, რომლის შემადგენლობაში შ. ჩხაიძე, მ. ხელცერი და გ. ვიხროვი შედიოდნენ და რომელიც ჩილის რაიონში მუშაობდა, მოახდინა მზის შარავანდდის რადიომეტრიული დაკვირვებები.

\* 1951—1952 წლების განმავლობაში ობსერვატორიის სამმა მეცნიერმა თანამშრომელმა დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია: ა. ტორონჯაძემ, მოსკოვში შტერნბერგის სახელობის სახელმწიფო ასტრონომიული ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე, თემაზე: „O—B სპექტრული კლასების ვარსკვლავთა მოძრაობის თავისებურებანი და ვარსკვლავთ ასოციაციების გაფართოება“; რ. ბართაიამ, მოსკოვის შტერნბერგის სახელობის სახელმწიფო ასტრონომიული ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე — თემაზე: „B5—A7 ტიპის მკრთალ ვარსკვლავთა სპექტრული სიდიდეების განსაზღვრა“; თ. რაზმაძემ, ხარკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე, თემაზე: „მზის აქტივობის გამოვლინება ამოფრქვევებში“.

\* ასპირანტურა ობსერვატორიაში დაამთავრეს: 1951 წელს რ. ბართაიამ, 1952 წელს ჯ. ხაგთასმა.

\* 1951—1952 წლების განმავლობაში ობსერვატორიამ მონაწილეობა მიიღო რიგ სრულიად საკავშირო თათბირებში და სხვადასხვა სამეცნიერო სესიებში, სადაც მოხსენებებითაც გამოდიოდა (სპექტროსკოპული კონფერენცია მოსკოვში, ცვალებადი ვარსკვლავების მკვლევართა კონფერენცია, კოსმოგონიური თათბირი, აზერბაიჯანის სსრ და თურქმენეთის სსრ მეცნიერებათა აკადემიების სამეცნიერო სესიები, კურორტ-აბასთუმნის სამედიცინო-სამეცნიერო საბჭოს სესია და სხვა). ობსერვატორიის მეცნიერი მუშაკები სამეცნიერო მოხსენებებით გამოდიოდნენ აგრეთვე საკავშირო ობსერვატორიების სამეცნიერო საბჭოებში (თ. რაზმაძე, ხარკოვის ასტრონომიულ ობსერვატორიაში მოხსენებით: „მზის აქტივობის გამოვლინება ამოფრქვევების მიხედვით“, გ. ჯაფარიშვილი — პულკოვოს ობსერვატორიაში — მოხსენებით „მთვარის ზედაპირის დეტალების ელექტროპოლარიმეტრიული შესწავლა აბასთუმანში შესრულებულ დაკვირვებათა მიხედვით“).

\* 1951 წლის 29 დეკემბერს აბასთუმნის ობსერვატორიამ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკის ინსტიტუტთან და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მექანიკა-მათემატიკის ფაკულტეტთან ერთად გამართა აზერბაიჯანელი ასტრონომ-მათემატიკოსის მუჰამედ ნასირედინის დაბადებიდან 750 წლისთავისადმი მიძღვნილი საღამო, რომელზედაც სხვა მოხსენებათა შორის წაკითხულ იქნა ე. ხარაძის მოხსენებაც — „ნასირედინი როგორც ასტრონომი“.

\* ობსერვატორიის უმცრ. მეცნ. თანამშრომელმა თ. რაზმაძემ და ასპირანტმა ჯ. ხაგთასმა მონაწილეობა მიიღეს სამეცნიერო მოხსენებებით საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ მუშაკთა მესამე სამეცნიერო კონფერენციის მუშაობაში, რომელიც ჩატარდა 1952 წლის მაისში ქ. თბილისში.

\* 1951 წლის ივლისში ობსერვატორიაში იმყოფებოდა პროფ. ა. ლებედინსკი, რომელმაც მოხსენება წაკითხა თემაზე „ვარსკვლავთ წარმოშობის შესახებ“. იმავე წლის აგვის-

ტო-სექტემბერში ობსერვატორიაში მოვლინებული იყო მოსკოვის სახელმწიფო ასტრონომიული ინსტიტუტის უფროსი მეცნ. თანამშრომელი ა. მასვეჩი, რომელმაც აღნიშნული ინსტიტუტის სამეცნიერო თემებთან დაკავშირებით დააგროვა დამზერითი მასალა და წაიკითხა ლექციების სერია საერთო თემაზე „თანამედროვე შეზღუდულობა ვარსკვლავთ შინაგან აგებულებაზე და გვოლუციაზე“ და მოხსენება თემაზე „პლანეტების შინაგანი აგებულებისა და წარმოშობის შესახებ“. 1952 წ. აგვისტოში ობსერვატორიაში იმყოფებოდა ლენინგრადის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო-კვლევითი ფიზიკური ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი ა. ოშეროვიჩი.

\* 1951—1952 წლებში ობსერვატორიაში მოვლინებული იყო საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასტრონომიის კათედრის, მოსკოვის სახელმწიფო ასტრონომიული ინსტიტუტის 9 მეცნიერ თანამშრომელი, რომლებიც სათანადო ინსტიტუტების თემობრივ გეგმებთან დაკავშირებულ დაკვირვებებს აწარმოებდნენ ობსერვატორიაში.

\* 1951—1952 წლების განმავლობაში ობსერვატორიაში მოვლინებული იყო და პრაქტიკა გაიარა თბილისის, კიევის, ოდესის სახელმწიფო უნივერსიტეტების, მოსკოვის სახელმწიფო ასტრონომიული ინსტიტუტის და პულკოვოს ობსერვატორიის 7 ასპირანტმა.

\* 1951—1952 წლების განმავლობაში ობსერვატორიაში საწარმოო პრაქტიკა გაიარა თბილისის, მოსკოვის, კიევის, ოდესის, ტარტუს, სვერდლოვსკის, სარატოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტების 36 სტუდენტმა და ბათუმის პედაგოგიური ინსტიტუტის 1 სტუდენტმა.

## ХРОНИКА

\* Две группы экспедиции обсерватории под общим руководством доктора физ.-мат. наук М. А. Вашакидзе успешно провели в районах Арчмана и Чиили наблюдения полного солнечного затмения 25 февраля 1952 года. Первая группа в составе: М. А. Вашакидзе и М. Г. Колхидашвили выполнила поляриметрические наблюдения солнечной короны с помощью трехобъективной поляриметрической установки. Вторая группа в составе Ш. М. Чхаидзе, М. С. Зельцер и В. В. Вихрова провела радиометрические наблюдения.

\* В течение 1951—1952 гг. три научных сотрудника обсерватории защитили кандидатские диссертации: А. Ф. Торонджадзе в Ученом совете Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга, в Москве, на тему: «Особенности движения звезд спектральных классов О и В и расширение звездных ассоциаций»; Р. А. Бартая там же на тему: «Определение спектральных абсолютных величин слабых звезд типов В5—А7»; Т. С. Размадзе в Ученом совете Харьковского государственного университета на тему: «Проявление солнечной активности в извержениях».

\* Аспирантуру при обсерватории окончили: в 1951 году Р. А. Бартая, в 1952 г. Д. Ш. Хавтаси.

\* В течение 1951—1952 гг. обсерватория принимала участие докладами в работах ряда всесоюзных научных совещаний и научных сессий (спектроскопическая конференция, конференции исследователей переменных звезд, космогоническое совещание, научные сессии АН Азербайджанской ССР и АН Туркменской ССР, сессия научно-медицинского совета курорта Абастумани и др.) Сотрудники обсерватории выступали с докладами в Ученых советах астрономических обсерваторий СССР (Т. С. Размадзе в Харькове на тему: «Проявление солнечной активности в извержениях», В. П. Джапашвили в Пулково на тему: «Электрополяриметрическое изучение деталей лунной поверхности по наблюдениям в Абастумани»).

\* 29 декабря 1951 года Абастуманская обсерватория, совместно с Институтом математики АН Грузинской ССР и механико-математическим факультетом Тбилисского государственного университета, устроили в Тбилиси вечер, посвященный 750-летию со дня рождения азербайджанского астронома-математика Мухаммеда Насирэддина. В числе других докладов был поставлен доклад Е. К. Харадзе—«Насирэддин как астроном».

\* Мл. научн. сотрудник обсерватории Т. С. Размадзе и аспирант Д. Ш. Хавтаси приняли участие докладами в научной конференции аспирантов и молодых научных работников АН Грузинской ССР, проведенной в мае 1952 года в Тбилиси.

\* В июле 1951 года в обсерватории находился проф. А. И. Лебединский, выступивший с докладами на тему: «О происхождении звезд». В августе-сентябре 1951 года прикомандированный в обсерваторию ст. научн. сотр. Московского государственного астрономического института им. Штернберга А. Г. Масевич набрала фотографические наблюдения на рефракторе обсерватории. Одновременно А. Г. Масевич выступила с докладами на тему «О внутреннем строении и происхождении планет» и провела серию лекций на тему «Современные взгляды на внутреннее строение и эволюцию звезд». В августе 1952 года в обсерватории находился научный сотрудник Научно-исследовательского института физики Ленинградского государственного университета А. Л. Ошерович.

\* В 1951—1952 гг. в обсерваторию были прикомандированы 9 научных сотрудников Геофизического института АН Грузинской ССР, астрономической кафедры Тбилисского государственного университета, Московского государственного астрономического института для выполнения наблюдений, связанных с тематическими планами соответствующих институтов.

\* В течение 1951—1952 гг. в обсерватории проходили практику и набирали наблюдения 7 аспирантов Тбилисского, Киевского, Одесского государственных университетов, Московского государственного астрономического института и Пулковской обсерватории.

\* В течение 1951—1952 гг. в обсерватории проходили производственную практику 36 студентов Тбилисского, Московского, Киевского, Одесского, Тартуского, Свердловского, Саратовского государственных университетов и 1 студент Батумского педагогического института.

УКАЗАТЕЛЬ\* СТАТЕЙ И АВТОРОВ К БЮЛЛЕТЕНЯМ  
АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ №№ 1—15  
(1937—1953)

**1. Солнце**

1. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили. К. Г. Захарин, 3, 31, 1938.
2. Наблюдения поляризации солнечной короны во время полного солнечного затмения 19 июня 1936 года. К. Г. Захарин, 3, 51, 1938.
3. Опыт радиометрического определения полного излучения солнечной короны во время полного солнечного затмения 19 июня 1936 года. В. Б. Никонов, 3, 77, 1938.
4. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили в период VII.1938—VI.1939. Ш. М. Чхаидзе, 4, 99, 1940.
5. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили в период VII.1939—XII.1939. Ш. М. Чхаидзе, 5, 13, 1940.
6. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили в 1940 году. Ш. М. Чхаидзе, 6, 131, 1942.
7. Исследование поляризации солнечной короны на основе наблюдения полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года. М. А. Вашакидзе, 7, 1, 1943.
8. Радиометрическое наблюдение солнечной короны во время полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года. В. Б. Никонов, 7, 33, 1943.
9. О влиянии поглощения линий на определение температуры внутренней короны В. Ф. Газе, 7, 73, 1943.
10. О степени и направлении плоскости поляризации в лучистой и нелучистой участках солнечной короны на основе наблюдения полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года. М. А. Вашакидзе, 8, 117, 1945.
11. Исследование поляризации внутренней короны по наблюдениям полного солнечного затмения 9 июля 1945 года. М. А. Вашакидзе, 11, 95, 1950.
12. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили в 1941—1944 гг. Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобiani, 15, 169, 1953.

**II. Планеты, Луна и Кометы**

1. Наблюдения малых планет на горе Канобили. Е. К. Харадзе, 5, 43, 1940.
2. Фотографические наблюдения малых планет. Е. К. Харадзе и Н. В. Демидов, 6, 97, 1942.
3. О двух новых кометах. Г. А. Тевзадзе, 7, 201, 1943.
4. К определению типа хвоста кометы 1942 Тевзадзе П. Г. А. Тевзадзе, 8, 123, 1945.
5. Отражательная способность и показатели цвета Земли и деталей Луны по электрофотометрическим промерам. А. В. Марков, 11, 107, 1950.

**III. Звездная астрономия**

1. О пространственном распределении звезд типа F. М. А. Вашакидзе, 1, 87, 1937.
2. Проблема диффузных туманностей и космического поглощения. В. А. Амбарцумян и Ш. Г. Гордладзе, 2, 37, 1938.

\* В Указателе первое число указывает № Бюллетеня, а второе — страницу.



## 266 Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астроф. обсерв.

3. Распределение звезд типа А, F, и G перпендикулярно плоскости Галактики и в направлении на галактический центр. М. А. Вашакидзе, 2, 109, 1938.
4. Флуктуации в числе внегалактических туманностей и галактическое поглощение. В. А. Амбарцумян, 4, 17, 1940.
5. Селективное поглощение в Местной Системе. М. А. Вашакидзе, 4, 27, 1940.
6. К изучению поглощения света звезд в Местной системе. Е. К. Харадзе, 4, 39, 1940.
7. Пространственное поглощение света в Туманности Плеяд. Е. К. Харадзе, 4, 53, 1940.
8. Разность колор-эксцессов скоплений  $\eta$  и X Персея. 4, 69, 1940.
9. Колор-индексы 1758 звезд в пяти площадках Каптейна, расположенных в галактической плоскости. Е. К. Харадзе, 6, 17, 1942.
10. Распределение звезд по спектральным классам в темных и светлых участках Млечного Пути. М. А. Вашакидзе, 6, 71, 1942.
11. Колор-индексы 4535 звезд в одиннадцати площадках Каптейна. Е. К. Харадзе, 7, 99, 1943.
12. Изучение селективного поглощения в области раздвоения Млечного Пути в Орле. П. Ф. Шайн. 7, 189, 1943.
13. О флуктуациях яркости Млечного Пути. В. А. Амбарцумян. 8, 43, 1945.
14. О космическом поглощении в окнах зоны избегания. О. А. Мельников. 8, 51, 1945.
15. Космическое поглощение по долгопериодическим цефеидам в связи с вопросом о нуль-пункте кривой «период-светимость». О. А. Мельников. 8, 57, 1945.
16. Колор-индексы 3219 звезд в девяти площадках Каптейна в зоне галактических широт  $b = \pm 10-20^\circ$ . Е. К. Харадзе. 8, 71, 1945.
17. Определение абсолютных величин слабых звезд поздних спектральных классов G и K по спектрам, полученным с объективной призмой. Н. Б. Каландадзе, 10, 67, 1949.
18. Показатели цвета 4488 звезд в восемнадцати площадках Каптейна, расположенных на средних и высоких галактических широтах. Е. К. Харадзе. 10, 125, 1949.
19. Фотовизуальные величины звезд и избирательное поглощение в трех участках Млечного Пути, в созвездиях Персея, Близнецов и Лебеда. Т. А. Кочлашвили, 11, 19, 1950.
20. Каталог показателей цвета 14000 звезд и исследование поглощения света в Галактике на основе цветовых избытков звезд. Е. К. Харадзе. 12, 1, 1952.
21. Изучение галактического поглощения света по избыткам цвета внегалактических туманностей и долгопериодических цефеид и другими методами. М. А. Вашакидзе, 13, 1, 1953.
22. Опыт построения фундаментального каталога фотоэлектрических цветовых эквивалентов звезд спектральных типов В8 и В9. В. Б. Никонов, 14, 1, 1953.
23. Определение спектральных абсолютных величин слабых звезд типов спектральных классов В5—В7. Р. А. Бартая, 15, 37, 1953.
24. Особенности движений звезд спектральных типов О и В и расширение звездных ассоциаций. А. Ф. Торонджадзе. 15, 115, 1953.

## IV. Переменные звезды

1. Фотографические наблюдения переменных звезд типа W. Ursae Majoris, (пояснительные замечания). 1, 7, 1937.
2. ВВ Pegasi. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. Б. Никонов и П. П. Добронравин. 1, 11, 1937.  
AP Aurigae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. Б. Никонов и В. М. Бодокиа. 1, 15, 1937.
4. ОО Aquilae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 1, 19, 1937.

5. AG Virginis. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 1, 25, 1937.
6. ZZ Pictae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 1, 29, 1937.
7. Фотоэлектрические наблюдения Р Cygni. В. Б. Никонов. 1, 35, 1937.
8. О смещениях абсорбционных линий в спектре Р Cygni. Е. К. Харадзе. 1, 39, 1937.
9. CY Aquarii. П. Г. Куликовский. 1, 47, 1937.
10. UX Eridani. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 2, 1, 1938.
11. RZ Comae Berenices. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 2, 7, 1938.
12. AN Aurigae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 2, 11, 1938.
13. SS Comae Berenices. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 2, 15, 1938.
14. UW Aquarii. В. М. Бодокиа. 2, 21, 1938.
15. Фотоэлектрические наблюдения Р Cygni в 1936 и 1937 гг. В. Б. Никонов. 2, 23, 1938.
16. Фотоэлектрические наблюдения затменной переменной  $\lambda$  Tauri. В. Б. Никонов. 2, 29, 1938.
17. UW Eridani. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 3, 1, 1938.
18. AN Virginis. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 3, 5, 1938.
19. YY Eridani. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа. 3, 9, 1938.
20. RX Canis Majoris. Фотографическая кривая, элементы и фотометрическая орбита. К. Г. Захарин. 3, 13, 1938.
21. RW Canis Majoris. К. Г. Захарин. 3, 21, 1938.
22. Фотоэлектрические наблюдения  $\delta$  Scuti. В. Б. Никонов. 3, 27, 1938.
23. Фотоэлектрическая фотометрия затменной переменной 44 i Boo в инфракрасной и фиолетовой областях спектра. В. Б. Никонов. 4, 1, 1940.
24. О соотношении фаз изменения радиусов хромосфер и фотосфер цефеид. О. А. Мельников. 6, 79, 1942.
25. Электроколориметрия затменной переменной U Ophiuchi. Н. Л. Магалашвили. 10, 1, 1949.
26. Электроколориметрия спектрально-двойной звезды Y Орла. Н. Л. Магалашвили. 11, 1, 1950.
27. Фотоэлектрические наблюдения  $\alpha^2$  Canum Venaticorum. В. Б. Никонов и Э. С. Бродская. 11, 7, 1950.
28. Электрофотометрия затменных переменных звезд RX Геркулеса и RS Лисички. Н. Л. Магалашвили. 15, 3, 1953.

#### В. Новые, новоподобные звезды и звезды большой светимости

1. Об оценке массы выброшенной во время вспышки Новой. Ш. Г. Горделадзе. 1, 55, 1937.
2. О температуре новых звезд в конечной стадии вспышки. Ш. Г. Горделадзе. 2, 69, 1938.
3. Энергия вспышки Новых. Ш. Г. Горделадзе. 2, 99, 1938.
4. К вопросу о новоподобных звездах типа U. Geminae. Ш. Г. Горделадзе. 3, 91, 1938.
5. К вопросу о температуре Новых. Ш. Г. Горделадзе. 3, 103, 1938.
6. Ранняя стадия спектра Новой Геркулеса. М. А. Вашакидзе. 4, 77, 1940.
7. Определение температуры Новой Геркулеса методом Занстра. М. А. Вашакидзе. 4, 87, 1940.
8. Об изотопах углерода в спектре звезд класса N. Г. А. Шайн. 6, 1, 1942.
9. Некоторые физические характеристики атмосферы сверхгигантов cB5—cA3. Г. А. Шайн. 7, 83, 1943.
10. Исследование Новой в созвездии Змеи (N Ser 1948), открытой в Абастуманской Обсерватории. Р. А. Бартая. 15, 17, 1953.

## 268 Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астроф. обсерв.

### VI. Внегалактические туманности

1. Флюктуации в числе внегалактических туманностей и галактическое поглощение. В. А. Амбарцумян. 4, 17, 1940.
2. Колор-индексы 140 внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе. 5, 1, 1940.
3. Колор-индексы 155 внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе. 6, 57, 1942.
4. Колор-индексы 215 внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе. 8, 1, 1945.
5. Распределение цвета в центральных частях туманности Андромеды. Л. Н. Радлова. 11, 91, 1950.

### VII. Теоретическая Астрономия и Небесная механика

1. О движении малого тела в наружной области Планетной системы. Часть 1. И. П. Тарасашвили. 5, 65, 1940.
2. К вопросу об исследовании уравнений Лагранжа в методе для определения орбиты по трем наблюдениям. А. В. Пурцхванидзе. 10, 187, 1949.
3. О сходимости разложений Ньютона потенциала эллиптической орбиты в некоторых граничных точках области сходимости. Н. Г. Магнарадзе. 11, 143, 1950.
4. Об оценке остаточных членов разложений Ньютона потенциала эллиптической орбиты. Н. Г. Магнарадзе. 11, 155, 1950.

### VIII. Астрометрия

1. Исследование цапф переносного пассажного инструмента Бамберга № 11675. Г. А. Тевзадзе. 5, 49, 1940.
2. Определение широты и долготы Абастуманской Обсерватории на горе Канобили из наблюдений, произведенных в 1939 г. Г. А. Тевзадзе. 6, 105, 1942.

### IX. Методические исследования и испытание приборов

1. Несколько замечаний к вопросу о методике фотографической фотометрии звезд. П. П. Добронравин. 1, 97, 1937.
2. Исследование сферической аберрации и астигматизма 8" объективов камер 16" рефрактора Абастуманской Обсерватории. Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе. 2, 131, 1938.
3. Хроматические кривые 8" объективов камер 16" рефрактора. Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе. 3, 111, 1938.
4. Исследование объектива 16" рефрактора Абастуманской обсерватории. Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе. 3, 121, 1938.
5. Исследование анаберрационной камеры Шмидта. Ш. Г. Горделадзе и Е. К. Харадзе. 3, 133, 1938.
6. Ошибка фотометрического поля 8" объективов. М. А. Вашакидзе и Е. К. Харадзе. 4, 139, 1940.
7. Исследование цапф переносного пассажного инструмента Бамберга № 11675. Г. А. Тевзадзе. 5, 49, 1940.

### X. Геофизика

1. Фактор мутности атмосферы в Абастумани. Ш. М. Чхаидзе. 1, 105, 1937.
2. К характеристике атмосферного режима в Абастумани. Е. К. Харадзе. 1, 111, 1937.
3. Солнечная радиация и прозрачность атмосферы в Абастумани. Ш. М. Чхаидзе. 2, 147, 1938.
4. К вопросу о сравнительном изучении климата курорта Абастумани и горы Канобили. Ш. М. Чхаидзе. 3, 141, 1938.
5. Актинометрические наблюдения на горе Канобили. Ш. М. Чхаидзе. 3, 149, 1938.

6. Метеорологические наблюдения на горе Канобили. Ш. М. Чхайдзе. 3, 159, 1938.
7. К вопросу об изучении солярного климата горы Канобили. Ш. М. Чхайдзе. 4, 145, 1940.
8. Актинометрические наблюдения на горе Канобили в 1938 году. Ш. М. Чхайдзе. 4, 153, 1940.
9. Некоторые результаты актинометрических наблюдений с фильтром. Ш. М. Чхайдзе. 5, 119, 1940.
10. Актинометрические наблюдения на горе Канобили в 1939 году. Ш. М. Чхайдзе. 5, 127, 1940.
11. Актинометрические наблюдения на горе Канобили в 1940 году. Ш. М. Чхайдзе. 6, 165, 1942.
12. К актинометрической характеристике курорта Абастумани. Ш. М. Чхайдзе. 8, 127, 1945.
13. Изучение некоторых физических свойств высоких слоев атмосферы методом электроколориметрии сумерек. Т. Г. Мегрелишвили. 9, 1, 1948.
14. Солнечная радиация и мутность атмосферы на горе Канобили. Ш. М. Чхайдзе. 11, 163, 1950.

#### XI. Отчеты

1. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1932—1937 гг. 2, 151, 1938.
2. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1938—1939 гг. 5, 131, 1940.
3. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1940—1942 гг. 7, 209, 1943.
4. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1943—1948 гг. 10, 203, 1949.

#### XII. Разное

1. Астрономическая работа в Грузинской ССР (к XX годовщине Великой Октябрьской Социалистической Революции), 1, V, 1937.
2. Абастуманская горная астрофизическая обсерватория, 1, 1, 1937.
3. Варлам Михайлович Бодокна. Некролог, 2, 159, 1938.
4. Хроника. 1, 117, 1937; 2, 163, 1938; 3, 165, 1938; 4, 159, 1940; 5, 137, 1940; 6, 169, 1942; 7, 215, 1943; 8, 167, 1945; 10, 213, 1949; 11, 194, 1950; 15, 261, 1953.
5. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—5, 5, 139, 1940.
6. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—10, 10, 215, 1949.
7. Исправление опечаток, 6, 170, 1942; 7, 216, 1943.

#### АВТОРЫ\*

1. Амбарцумян В. А., III, 2, 4, 13; (VI, 1).
2. Бартая Р. А., III, 23; V, 10.
3. Бодокна В. М., IV, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19.
4. Бродская Э. С., IV, 27.
5. Вашанидзе М. А., I, 7, 10, 11; III, 1, 3, 5, 10, 21; V, 6, 7; VI, 2, 3, 4; IX, 2, 3, 4, 6.
6. Газе В. Ф., I, 9.
7. Георгобиани Н. И., I, 12.
8. Горделадзе Ш. Г. III, 2; V, 1, 2, 3, 4, 5; IX, 5.
9. Демидов Н. В. II, 2.
10. Добронравин П. П. IV, 2; IX, 1.
11. Захарин К. Г., I, 1, 2; IV, 20, 21.
12. Каландадзе Н. Б., III, 17.
13. Кочлашвили Т. А., III, 19.
14. Куликовский П. Г., IV, 9.

\* Римскими цифрами указаны отделы Указателя, последующими—порядковые номера статей по Указателю.

## 270 Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астроф. обсерв.

15. Магалашвили Н. Л., IV, 25, 26, 28.
16. Магнарадзе Н. Г., VII, 3, 4.
17. Марков А. В., II, 5.
18. Мегрелишвили Т. Г., X, 13.
19. Мельников О. А., III, 14, 15; IV, 24.
20. Никонов В. Б., I, 3, 8; III, 22; IV, 2, 3, 7, 15, 16, 22, 23, 27.
21. Пурцхванидзе А. В. VII, 2;
22. Радлова Л. Н., VI, 5.
23. Тарасашвили И. П., VII, 1.
24. Тевзадзе Г. А., II, 3, 4; VIII, 1, 2 (IX, 7).
25. Торонджадзе А. Ф., III, 24.
26. Харадзе Е. К., II, 1, 2; III, 6, 7, 9, 11, 16, 18, 20; IV, 8; IX, 2, 3, 4, 5, 6; X, 2.
27. Чхаидзе Ш. М., 1, 4, 5, 6, 12; X, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14.
28. Шайн Г. А., V, 8, 9.
29. Шайн П. Ф., III, 12.

Статьи, представляющие собой полное или сокращенное изложение диссертаций:

- а) докторских — III, 20, 21, 22;
- б) кандидатских — III, 17, 19, 23, 24; IV, 8, 25; V, 1, 6; VII, 1; VIII, 2; X, 13, 14.

## შენიშვნები—СОДЕРЖАНИЕ

Электрофотометрия затменных переменных звезд RX Геркулеса и RS Лисички Н. Л. Магалашвили . . . . .	3
2. Исследование Новой в созвездии Змеи (N Ser 1948), открытой в Абастуманской обсерватории Р. А. Бартая . . . . .	17
აბასტუმნის ობსერვატორიაში აღმოჩენილი ახალი ვარსკვლავის (N Ser 1948) გამოკვლევა. რ. ბართაია (რეზუმე) . . . . .	32
3. Определение спектральных абсолютных величин слабых звезд типов B5—A7 Р. А. Бартая . . . . .	37
B5—A7 ტიპების მკრთალ ვარსკვლავთა სპექტრული აბსოლუტური სიდი- დების განსაზღვრა რ. ბართაია (რეზუმე) . . . . .	106
4. Особенности движений звезд спектральных классов O и B и расширение звезд- ных ассоциаций А. Ф. Торонджадзе . . . . .	115
O და B სპექტრული კლასების ვარსკვლავთა მოძრაობის თავისებურებანი და ვარსკვლავთ ასოციაციების გაფართოება. ა. ტორონჯაძე (რეზუმე) . . . . .	165
5. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили в 1941—1944 годы. Ш. М. Чхаидзе и Н. И. Георгобиани . . . . .	169
6. ქრონიკა . . . . .	261
Хроника . . . . .	263
7. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической об- серватории №№ 1—15 (1937—1953) . . . . .	265

დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
სარედ.-საგამომც. საბჭოს დადგენილებით

\*

რედაქტორი ე. ხ ა რ ა ძ ე

Отв. редактор Е. К. Харадзе

ტექნიკური რედაქტორი ა. თოდუა

კორექტორი დ. ბ ა ქ რ ა ძ ე

გამომცემი ნ. ავალიანი

გადაეცა წარმოებას 28.9.53. ხელმოწ. დასაბეჭდად 18.2.54. ქალაქდ.

ზომა  $70 \times 108^{1/16}$ . ქალაქდ. ფურც. 8,0.

საბეჭდ. ფურც. 21,92. სააღრ.-საგამომც. ფურც. 22,06.

შეკვ. № 1341. ჟგ 01436. ტირაჟი 550.

ფასი 14 მ. 50 კ.

ყდა 1 მ.

---

15 მ. 50 კ.

შასი 14 მან. 50 კაპ.

ყდა 1 მან.

---

15 მან. 50 კაპ.